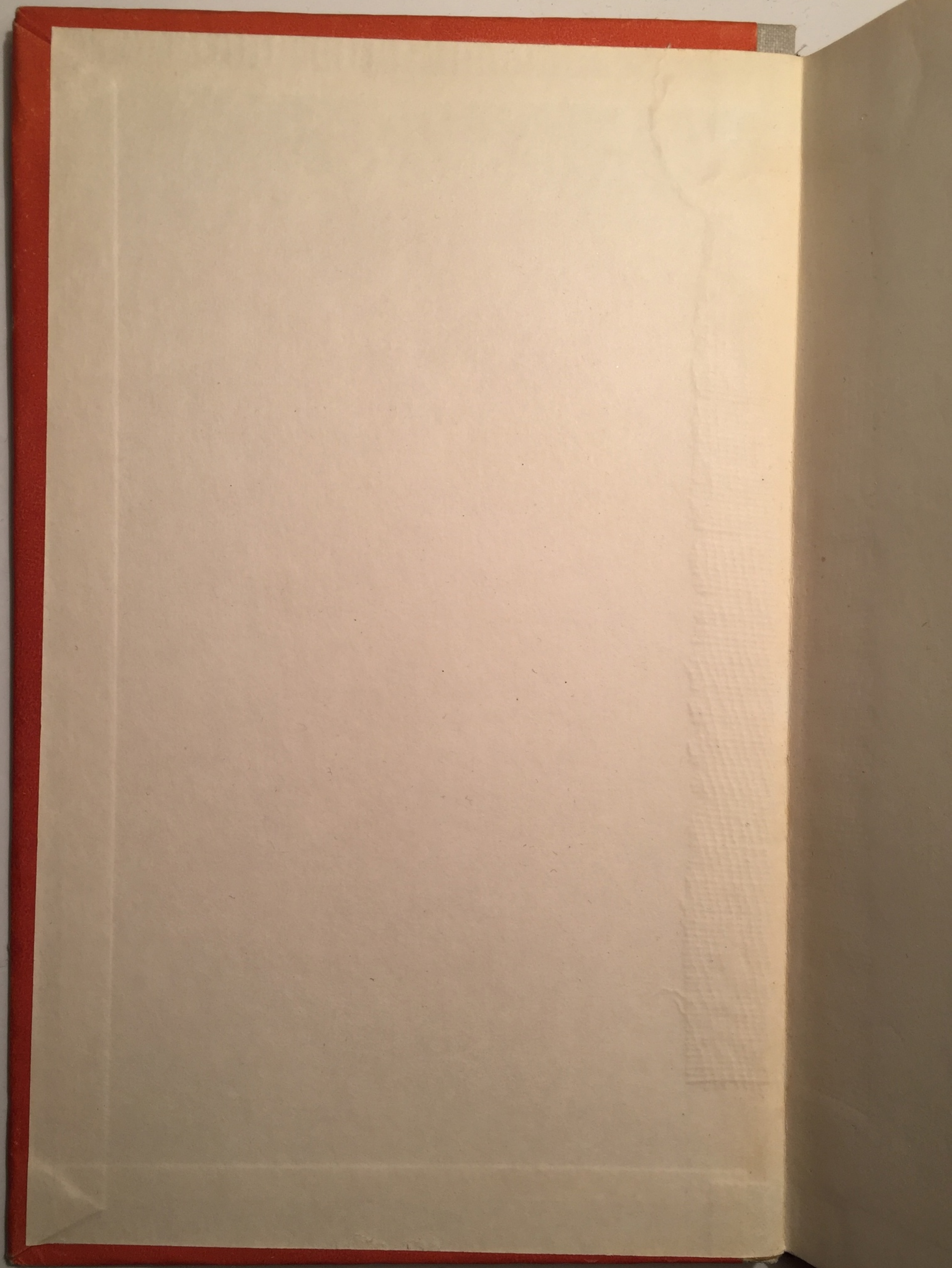
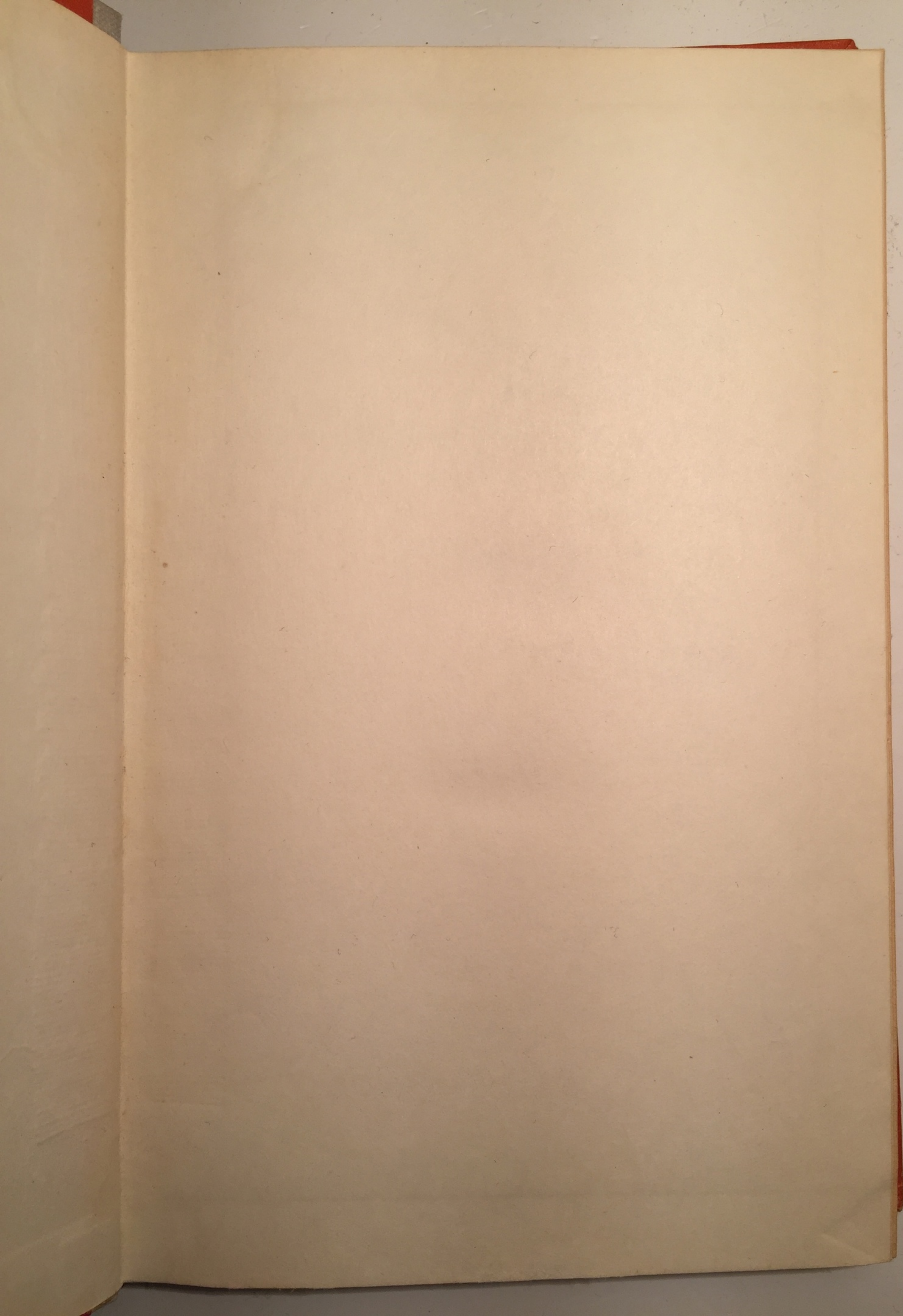


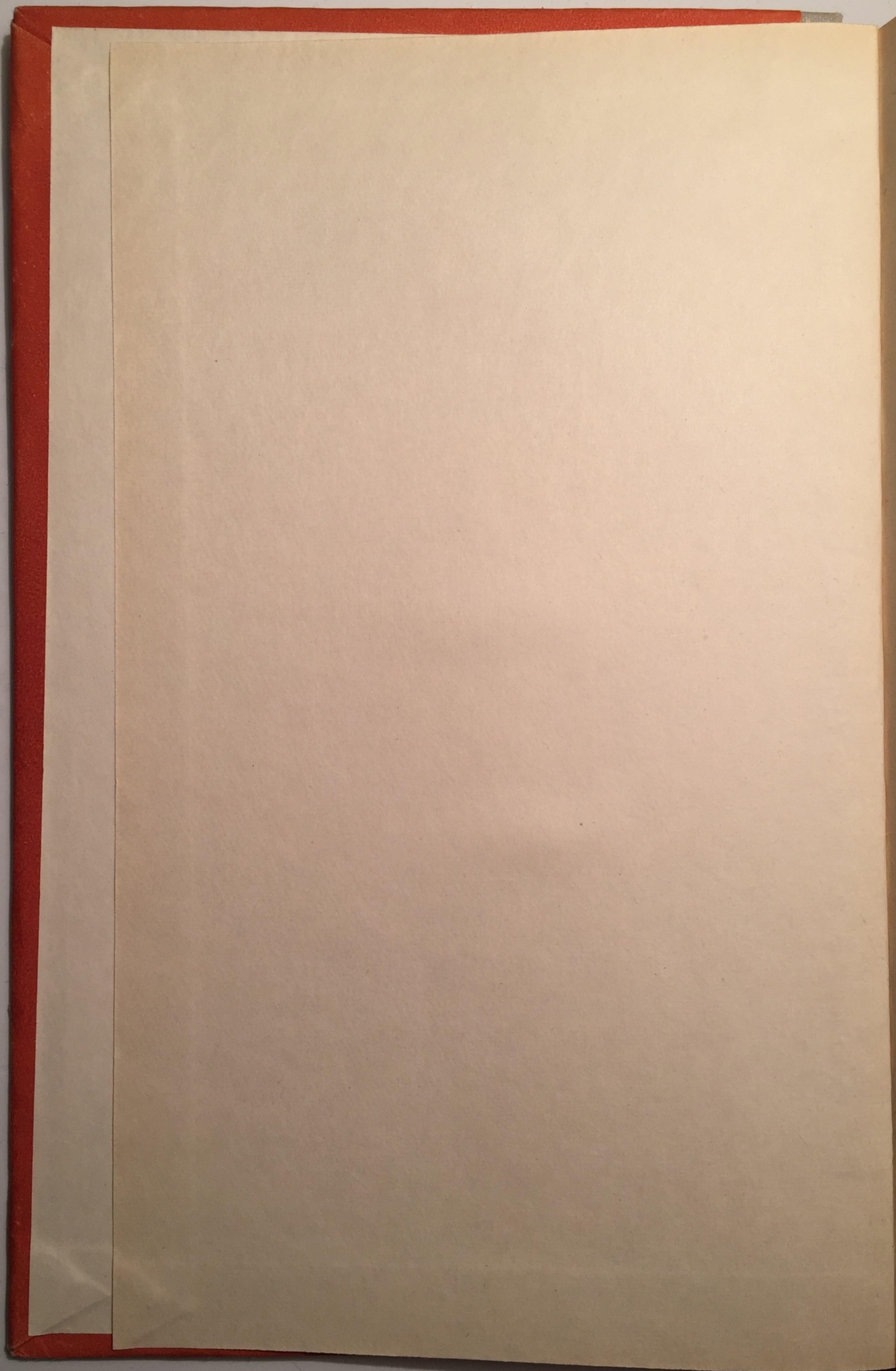
М.Ковальчикова. К.Ковальчик

**Адаптация
и стресс
при содержании
и разведении
сельско-
хозяйственных
животных**









М.Ковальчикова, К.Ковальчик

**Адаптация
и стресс
при содержании
и разведении
сельско-
хозяйственных
животных**

**Перевод со словацкого
Г. Н. Мирошниченко**

**Под редакцией и с предисловием
кандидата биологических наук
Е. Н. Панова**

МОСКВА «КОЛОС» 1978



636.03

K56

УДК 636:612.017.2+619:616—092.19

M. KOVALČIKOVA — K. KOVALČÍK
ADAPTÁCIA A STRES V CHOVE HOSPODÁRSKÝCH
ZVIERAT

Priroda — vydavateľstvo kníh a časopisov, Bratislava 1974

Ковальчикова М., Ковальчик К.

К 56 Адаптация и стресс при содержании и разведении сельскохозяйственных животных / Под ред. и с предисл. Е. Н. Панова. Пер. со словац. Г. Н. Миросниченко. — М.: Колос, 1978. — 271 с., ил.

На основе собственных экспериментальных данных и данных авторов других стран авторы освещают влияние различных стрессовых факторов на поведение животных, формирование отношений между ними в группах и их продуктивность, знакомят с методами этологических исследований.

Рассчитана на научных работников и специалистов-животноводов.

К $\frac{40701-287}{035(01)-78}$ 118—78

636.03

© Ing. Maria Kovalčíkova, CSc,
Ing. Kornel Kovalčík, CSc, 1973

© Перевод на русский язык, «Колос», 1978

Предисловие к русскому изданию	3
Предисловие к словацкому изданию	7
Адаптация	8
Координация адаптационных процессов	9
Нервная система	10
Гормональная система	15
Морфологическая и анатомическая адаптация	17
Величина и форма тела	17
Органы движения	18
Покровы тела	19
Запасной жир	24
Прием корма и пищеварительный аппарат	24
Физиологическая адаптация	27
Терморегуляция	28
Способы терморегуляции	28
Теплопродукция	29
Отведение тепла	30
Кровоснабжение кожи как фактор терморегуляции	32
Центральный контроль терморегуляции	34
Адаптация к условиям питания	35
Водный баланс	37
Сердце и кровообращение	38
Адаптация поведения животных	40
Защита от врагов	42
Поиски корма и воды	42
Регуляция приема корма и воды	44
Поведение животных с целью регуляции температуры	45
Генетическая адаптация	47
Генетический гомеостаз популяции	47
Генетический механизм адаптации	48
Акклиматизация	54
Акклиматизация в условиях низких температур	57
Акклиматизация в условиях высоких температур	58
Акклиматизация в высокогорных районах	59
Акклиматизация и плодовитость	61
Стресс	66
Изменения, сопровождающие стресс	68
Факторы, вызывающие стресс	69
Значение стресса в животноводстве	70
Адаптационный синдром	71
Фазы стрессовой реакции	72
Механизм стресса	74

Реакция тревоги	74
Кортикоиды	78
Фаза повышенной резистентности	79
Стадия истощения	80
Локальный (местный) адаптационный синдром	81
Психический стресс	81
Нарушения биологического ритма	83
Влияние стресса на рост	83
Влияние стресса на плодовитость	86
Влияние стресса на молочную продуктивность	90
Влияние стресса на качество мяса	94
Климатические нагрузки	97
Температура	97
Температура тела	97
Термонеутральная зона	99
Стресс от холода	103
Защитная реакция организма при стрессе, вызванном низкой температурой	107
Стресс от высокой температуры	110
Относительная влажность	112
Свет	113
Осадки и ветер	114
Влияние комплексных погодных факторов	114
Действие климатических факторов на продуктивность сельскохозяйственных животных	115
Молочная продуктивность	116
Рост	119
Размножение	124
Плодовитость мужских особей	124
Плодовитость женских особей	127
Шерстная продуктивность	130
Нагрузки, вызываемые технологическими условиями содержания крупного рогатого скота	133
Поведение крупного рогатого скота в различных условиях содержания	134
Отдых животных в условиях беспривязного и привязного содержания	135
Качество логова	136
Длина стойла и вид подстилки	137
Боксовое содержание	139
Техническое решение боксов	140
Выбор боксов	141
Технология кормления	142
Самокормление	143
Дозированное кормление	145
Сокращенный фронт кормления	146
Продолжительность приема корма	147
Организация кормления	148
Влияние условий доения	150
Выделение молока	153
Доение	154
Додаивание	154

3
7
8
9
10
15
17
17
18
19
24
24
27
28
28
29
30
32
34
35
37
38
40
42
42
44
45
47
47
48
54
57
58
59
61
66
68
69
70
71
72
74

дни

ратуры

Проблемы высшей нервной деятельности коров	155
Шум	156
Источники шума	157
Влияние шума на дойных коров	159
Социальные взаимоотношения животных в группе	162
Факторы, влияющие на социальное ранжирование группы	165
Значение социального ранга для животных	167
Введение новой особи в группу	169
Социальное поведение перемещенной особи и остальных членов группы	169
Стабилизация социальных отношений в группе	176
Формирование групп и их величина	176
Нагрузки, вызываемые технологическими условиями содержания свиней	179
Поведение свиней в разных условиях содержания	179
Суточный режим откормочных свиней	179
Температура в помещениях	181
Вентиляция	182
Освещение объектов	183
Качество логова	184
Технология кормления	186
Формирование групп	187
Величина групп и прирост массы	189
Плотность посадки в станках	190
Каннибализм	191
Перевозка свиней на бойню	192
Погрузка свиней	192
Транспортные средства	192
Психическая нагрузка	193
Перекармливание животных перед перевозкой	194
Влияние стрессов на качество мяса	195
Экссудативное мясо	195
Продолжительность стресса и качество мяса	196
Влияние климатических факторов на качество мяса	198
Конституциональные особенности свиней	199
Сердечно-сосудистая система	201
Система передняя доля гипофиза — надпочечники	202
Психическая лабильность	203
Слабость конечностей и деформация костей	203
Прожорливость	204
Недостаток упражнений	205
Использование данных о реакции организма на стрессоры в практике животноводства	206
Нагрузки, вызываемые технологическими условиями содержания овец	209
Поведение овец в различных условиях содержания	209
Пастьба	210
Социальные отношения	212
Социальное ранжирование	212
Лидерство в стаде	212
Понятливость	213
Помещения для содержания овец	213

Микроклимат в овчарне	214
Машинное доение	215
Реакция овец на машинное доение	216
Состояние вымени и его пригодность для машинного доения	216
Методы изучения влияния нагрузок	217
Методы этологических исследований	218
Изучение изменений физиологических показателей	224
Телеметрические методы	224
Способы телеметрической передачи	225
Электрические свойства живой материи	226
Снятие физиологических показателей	226
Применение телеметрии для регистрации пульса	227
Размещение и прикрепление электродов	229
Телеметрическая регистрация частоты дыхания	231
Электроэнцефалография	234
Изучение активности коры надпочечников	235
Пробная нагрузка	236
Взвешивание надпочечников	236
Гистология надпочечников	237
Обнаружение кортикоидов	237
Тест Торна	237
Список литературы	240
Краткий словарь терминов	258
Предметный указатель	261

ПРЕДИСЛОВИЕ К РУССКОМУ ИЗДАНИЮ

УСН

Когда 4 июля 1936 г. Ганс Селье впервые высказал идею стресса в маленькой заметке, опубликованной на страницах журнала «Nature», его открытие мало кем было замечено в научном мире. Прошло 40 лет, и слово «стресс» стало вполне обиходным в словаре современного культурного человека. Его можно услышать не только на научном диспуте, но и в метро, в автобусе, в магазине. С ростом населения, ведущим к ускорению процесса урбанизации, с повышением темпа современной жизни явления психического и социального стресса становятся неотъемлемой стороной существования горожанина. Я не буду приводить хорошо известную статистику прогрессирующего развития гипертонических и сердечных заболеваний, связанных с хроническими стрессовыми ситуациями в условиях современного города. Эти и подобные им «болезни цивилизации» становятся в последние годы одной из основных проблем медицины.

Не менее важно глубокое изучение причин, порождающих стресс, и способов их устранения в современном животноводстве. Легко можно предположить, что перенаселение, оглушительный шум сельскохозяйственной техники, систематическое нарушение режима и другие подобные им факторы оказывают столь же неблагоприятное влияние на психическое и физическое состояние животных, какое они оказывают на нас самих. Не понимать этого — значит не отдавать себе отчета в том, что организм человека и животных функционирует на основе сходных биологических закономерностей. Вспомним слова К. Маркса, что анатомия человека — ключ к анатомии обезьяны. И если медики и психологи прилагают сегодня массу усилий, чтобы по возможности уменьшить

влияние стресса на здоровье людей, то не менее оправданы попытки передовых животноводов организовать соответствующую, научно обоснованную систему мероприятий в разных отраслях животноводства. В предлагаемой книге читатель найдет немало примеров того, сколь существенные результаты могут быть получены на этом пути в плане увеличения выхода продуктов животноводства и улучшения их качества. А ведь производя в изобилии высококачественные продукты белкового питания, животноводы по существу вступают в благородный союз с медиками в их борьбе за здоровье и благополучие человека.

Говоря о явлениях стресса, мы постоянно имеем в виду некую неблагоприятную ситуацию, вызванную теми или иными отклонениями от нормального способа существования. Подобная норма и у животных и у человека возникает как следствие их адаптации к сложившимся, устоявшимся условиям жизни. Адаптация может быть долговременной, выработавшейся за тысячелетия существования вида, и кратковременной, сложившейся на протяжении жизни индивидуума или небольшого ее отрезка. Примером последнего типа адаптации может служить устоявшийся суточный режим, нарушение которого, как мы все хорошо знаем, может очень тягостно отражаться на состоянии здоровья и психики. Разумеется, в основе кратковременных форм адаптации лежат ее долговременные, эволюционно сложившиеся формы. Именно поэтому для человека, унаследовавшего дневной тип активности еще от своих далеких обезьяньих предков, столь утомительна систематическая ночная работа.

Итак, казалось бы, адаптация и стресс находятся в состоянии абсолютного антагонизма: адаптация — хорошо, стресс — плохо. В действительности же отношения между явлениями адаптации и стресса намного сложнее, и одним из достоинств этой книги является попытка авторов избежать чересчур упрощенного толкования. Ссылаясь на классические работы Г. Селье, авторы напоминают читателю, что первоначально явление стресса было названо «общим адаптационным синдромом». В этом названии подчеркивалась мысль, что многие компоненты стрессовой реакции являются по существу адаптацией организма к новым для него экстремальным условиям. Интересно, что в свое время предлагалось даже

имитировать некоторые физиологические изменения, сопровождающие типичный адаптационный синдром, в профилактических целях. Так, во время второй мировой войны ставились эксперименты, целью которых было повысить устойчивость человеческого организма к инфекциям, травматическим шокам и т. д. путем введения в кровь гормонов коры надпочечников.

Итак, явления адаптации и стресса находятся друг с другом в сложных, подчас противоречивых диалектических отношениях.

К сожалению, разделы этой книги, посвященные стрессу и адаптации, совершенно неравноценны ни по своему объему, ни по характеру изложения. И если картина стрессовых явлений дана во всем многообразии ее биологических аспектов, то нельзя сказать того же в отношении проблемы адаптации, которая рассматривается довольно бегло и упрощенно.

Среда, в которой обитают дикие животные, настолько многопланова, что мы почти никогда не в состоянии обнаружить у того или иного вида такие черты строения или поведения, которые были бы однозначно приспособлены к какому-либо одному фактору внешней обстановки. В результате всякая адаптация — это компромиссное приспособление одновременно к нескольким влияниям извне, причем такие влияния могут в большей или меньшей степени противоречить друг другу. По этому поводу крупнейший исследователь поведения животных Н. Тинберген писал: «Лапа гуся не является идеальным инструментом ни для плавания, ни для хождения, но она с успехом выполняет обе эти функции». Поэтому трудно согласиться, в частности, с высказыванием авторов, что копыта оленей широки, потому, что этим животным приходится передвигаться по снегу. Ведь олени передвигаются не только по снегу, в то же время есть немало видов животных, передвигающихся по снегу, но не имеющих широких копыт. Примеров подобных поверхностных заключений очень много в тех разделах книги, которые посвящены проблеме адаптации, и к ним читатель должен относиться с величайшей осторожностью. В частности, так называемые климатические правила (Бергмана, Аллена и др.) отражают лишь самые общие эволюционные тенденции и отнюдь не должны восприниматься как некие незыблемые законы.

Наиболее слабо написан раздел о генетических адаптациях, и здесь мы рекомендуем читателю обратиться к Краткому словарю терминов, который мы посчитали нужным дать в приложении к книге. Этот словарь содержит объяснение и уточнение тех понятий, которые авторы приводят неверно или недостаточно развернуто.

Несмотря на указанные недостатки, книга М. Ковальчиковой и К. Ковальчика представляет собой весьма полезное руководство для специалистов и практических работников животноводства. Она содержит обобщение большого литературного материала и собственных исследований авторов в той области, которая до недавнего времени была совершенно недостаточно освещена в нашей зоотехнической литературе.

Е. Н. ПАНОВ

В послед
пом техниче
мов к присп
лей науки.

В животн
с переходом
и с внедрени
вают возмо
Ныне живот
тывать на п
рузки они л
организма.

Предлаг
животновод
еще не попа
сального сп
Она не соде
можностей
ных видов. З
речь идет о
ходили оцен
объектов; п
казать, как
ствах могут

Первые
сочли возмо
и физиологи
тационного
актуальное
вых особенн
В дальнейш
многолетни
литературы
для понима

Мы отд
некоторые
факторов п
кономерное
мания нау
ности.

Мы буд
нам удасто
водства к
енного пр
которые п
шагу.

ПРЕДИСЛОВИЕ К СЛОВАЦКОМУ ИЗДАНИЮ

В последние десятилетия, которые отличаются невиданным темпом технического прогресса, проблема способности живых организмов к приспособлению становится центральной темой многих отраслей науки.

В животноводстве эта проблема приобрела значение в связи с переходом отдельных его отраслей на промышленную основу и с внедрением таких технологических элементов, которые ограничивают возможности учета индивидуальных особенностей животных. Ныне животновод должен знать, до какой степени он может рассчитывать на приспособление животных к новым условиям, какие нагрузки они легче могут перенести и каковы самые слабые места организма.

Предлагаемая книга предназначена не только для специалистов животноводства, но и для студентов, которые найдут здесь главы, еще не попавшие в учебники. Книга не претендует на роль универсального справочника по проблемам адаптации в животноводстве. Она не содержит исчерпывающего описания приспособительных возможностей всех видов домашних животных или всех пород отдельных видов. Этому не соответствует ни ее объем, ни замысел. Там, где речь идет о влиянии технологических факторов, мы умышленно обходили оценку конкретной планировки и технологического решения объектов; приведенные примеры служат лишь для того, чтобы показать, как технологические факторы в определенных обстоятельствах могут вызвать напряжения животного организма.

Первые главы носят более или менее общий характер. Мы не сочли возможным обойтись без основной информации о морфологии и физиологии адаптационного процесса и о механизме общего адаптационного синдрома, но постарались придать отдельным главам актуальное звучание и занимательность конкретным показом видовых особенностей домашних животных и их связи с продуктивностью. В дальнейшем изложении мы исходили из результатов собственных многолетних исследований, дополненных материалом из специальной литературы, который мы сочли либо интересным, либо необходимым для понимания данной проблематики.

Мы отдаем себе отчет в том, что, может быть, в скором времени некоторые вопросы получат иную интерпретацию, а появление новых факторов позволит глубже понять те или иные связи. Но таково закономерное развитие всякой проблематики, стоящей в центре внимания науки и имеющей фундаментальное значение для современности.

Мы будем считать свою миссию выполненной, если этой книгой нам удастся привлечь внимание специалистов и практиков животноводства к вопросам адаптации и их значению для сельскохозяйственного производства и помочь им в тех затруднительных ситуациях, которые при внедрении новых технологий встречаются на каждом шагу.

АДАПТАЦИЯ

Одной из наиболее характерных особенностей всех живых организмов является их широкая возможность приспособляться к условиям среды. Ввиду того что условия среды непостоянны, эта способность не только обуславливает возможность самой жизни, но и является причиной эволюционного преобразования живых организмов. Естественный отбор устраняет особей, хуже всего приспособленных к данным условиям, и благоприятствует тем, которые приспособлены к ним лучше всего. Если отклонения в развитии признака обусловлены генетически, они передаются потомству, и таким образом на протяжении веков возникали новые породы и виды.

Внешняя среда начинает оказывать влияние на особь с момента ее рождения. Развивающийся организм черпает вещества из окружающей его среды, разлагает их при помощи сложных биохимических и биофизических процессов и вновь синтезирует из них новые, специфические для него вещества. Этот механизм в целом детерминирован генетической программой, но ход отдельных реакций в зависимости от меняющейся среды может изменяться в определенном диапазоне наиболее благоприятным для организма способом.

Уже яйцеклетка обладает способностью избирательно поглощать из среды вещества, наиболее подходящие для нее. Еще большей степенью избирательности и регуляции обладает зигота. Следовательно, реакция развивающегося организма специфична: в ходе развития совершенствуется его реактивность и способность к регуляции, хотя генетическая основа остается постоянной.

Адаптации животных к новым условиям среды весьма многогранны. В первую очередь проявляется морфолого-физиологическая и генетическая адаптация.

Морфолого-физиологическая адаптация включает морфологические, физиологические и биохимические изменения, а также изменения в поведении животных. Все эти процессы создают предпосылки для того, чтобы животные проявили свои качества и выжили в конкретных условиях среды. Так, например, в холодном климате шерсть у животных становится гуще, а кожа толще; в зависимости от высоты над уровнем моря и плотности воздуха увеличивается или уменьшается количество эритроцитов, активность щитовидной железы приспособляется к содержанию йода в корме и т. д. Животные активно ускоряют процесс адаптации и в силу того, что в результате определенного опыта обучаются вести себя так, как этого требуют данные обстоятельства.

Генетическая адаптация. В процессах долгосрочной адаптации решающую роль играют генетические факторы. Генетическая адаптация приводит к наследственным изменениям характерных видовых особенностей, которые позволяют популяции существовать в изменившихся условиях среды. На протяжении многих поколений это может привести к заметным эволюционным изменениям. Особи, хуже приспособленные к данным условиям, оказываются менее жизнеспособными, обладают худшей способностью к воспроизводству потомства и тем самым подвергаются негативному отбору (элиминации).

КООРДИНАЦИЯ АДАПТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

Высокая приспособляемость к условиям среды замечательно развита уже у микроорганизмов. В условиях, неблагоприятных для их жизнедеятельности, они резко снижают интенсивность своих жизненных процессов, что позволяет им пережить условия пессимума. У высокоорганизованных животных такая способность к пассивному приспособлению все более утрачивается, но зато тем большее значение для них приобретает способность к активной адаптации. Если организм обладает органами, приспособленными к существованию в постоянных условиях среды, то он должен располагать и такими органами, которые способны активно преобразовывать внешние влияния и тем самым поддерживать постоянство собственной среды. У организмов, обладающих та-

кими специализированными органами, мы различаем две формы среды — внешнюю и внутреннюю (Клод Бернар).

Внешняя среда — это среда, в которой организм существует как целое. Изменения в этой среде не ориентируются на потребности зависящих от нее организмов. В ней действуют только физико-химические законы.

Внутренняя среда формирует условия, в которых существуют те или иные органы и их части, даже отдельные клетки организма. Для внутренней среды существуют «оптимальные» условия; в целях сохранения последних весь организм должен непрерывно менять свою внешнюю среду, если возникает опасность, что изменение условий вовне может оказать влияние на внутреннюю среду. При этом определенные органы воспринимают раздражения, регистрируя изменения внешней и внутренней среды и сигнализируя о них определенным исполнительным органам, удерживают внутреннюю среду постоянной.

Координация функций отдельных органов осуществляется при помощи двух важнейших систем регуляции — нервной и гормональной. Нервная система тончайшими волокнами проникает почти во все клетки организма и в силу этого идеально приспособлена для регистрации состояния и функциональных изменений всех без исключения органов. Нервные волокна способны очень быстро проводить раздражение, что обеспечивает и быстрое приспособление организма к изменениям внешней и внутренней среды.

Эндокринные железы служат прежде всего для регулирования роста, развития, обмена веществ и размножения. В отличие от ускоренно протекающих нервных процессов, гормональная регуляция осуществляется более постепенно (рис. 1).

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

У высокоорганизованных животных свойствами проводимости обладают нервные клетки, или нейроны. Нервные клетки имеют неправильную форму; от их периферии отходит один или несколько тонких отростков — нервных волокон (нейритов), которые могут быть как короткими, так и очень длинными. На концах они разветвляются на тонкие волокна.

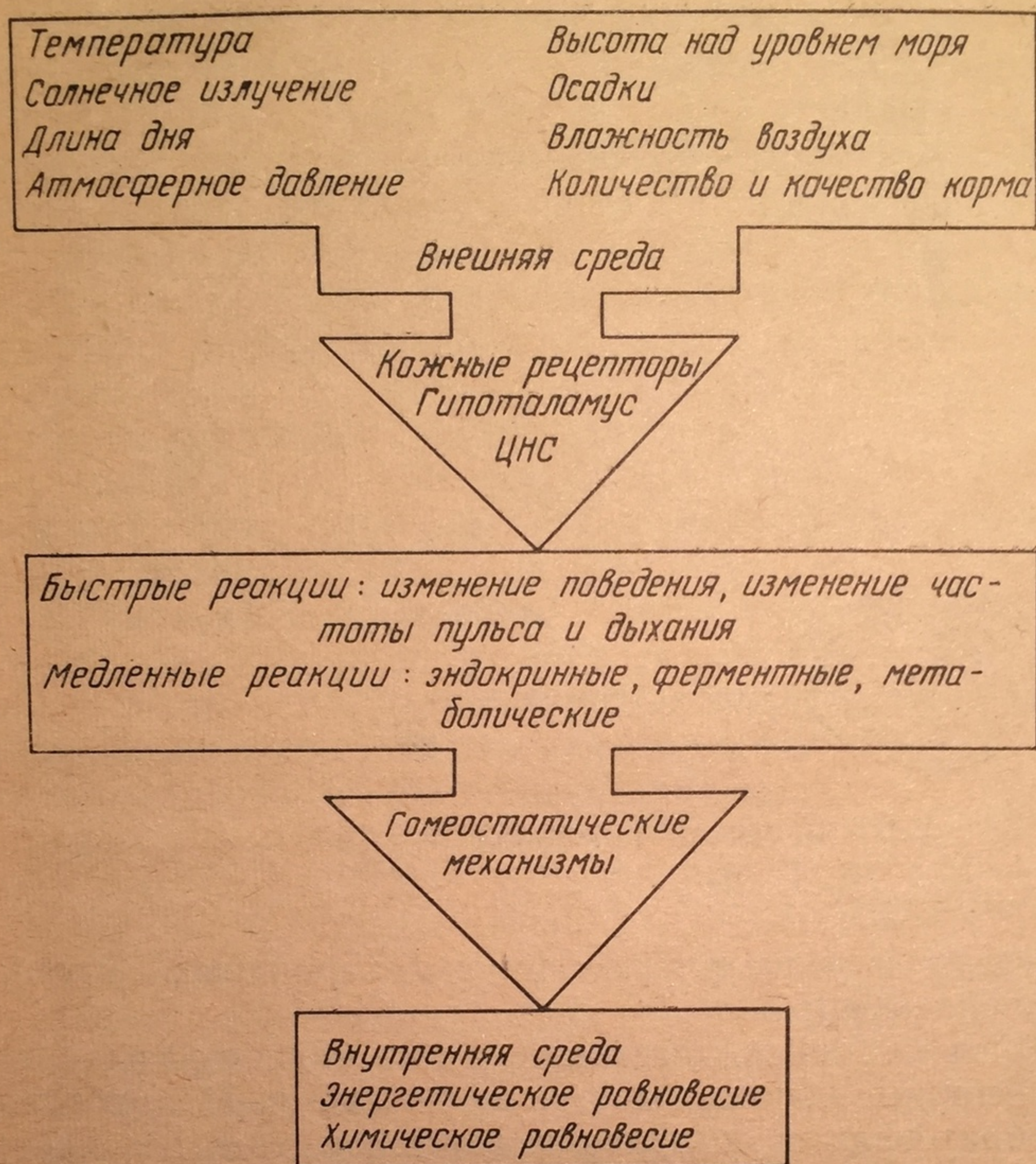


Рис. 1. Иллюстрация к объяснению понятий «адаптация» и «гомеостаз» (по Гауптману, изменено).

Все нейроны образуют более или менее сплошную сеть, поскольку клетки своими отростками соприкасаются друг с другом. У высокоорганизованных животных нейроны группируются в обширные скопления, образуя так называемые нервные узлы, или ганглии. В головной части расположен главный ганглий, который у позвоночных животных носит название мозга.

Функции нейронов в теле можно подразделить на три группы. Первую группу составляют чувствительные (сенсорные) нейроны, которые принимают импульсы от рецепторных (чувствительных) клеток тела и направляют их к мозгу.

Вторую группу составляют промежуточные (вставочные) нейроны, которые преобразуют сенсорные

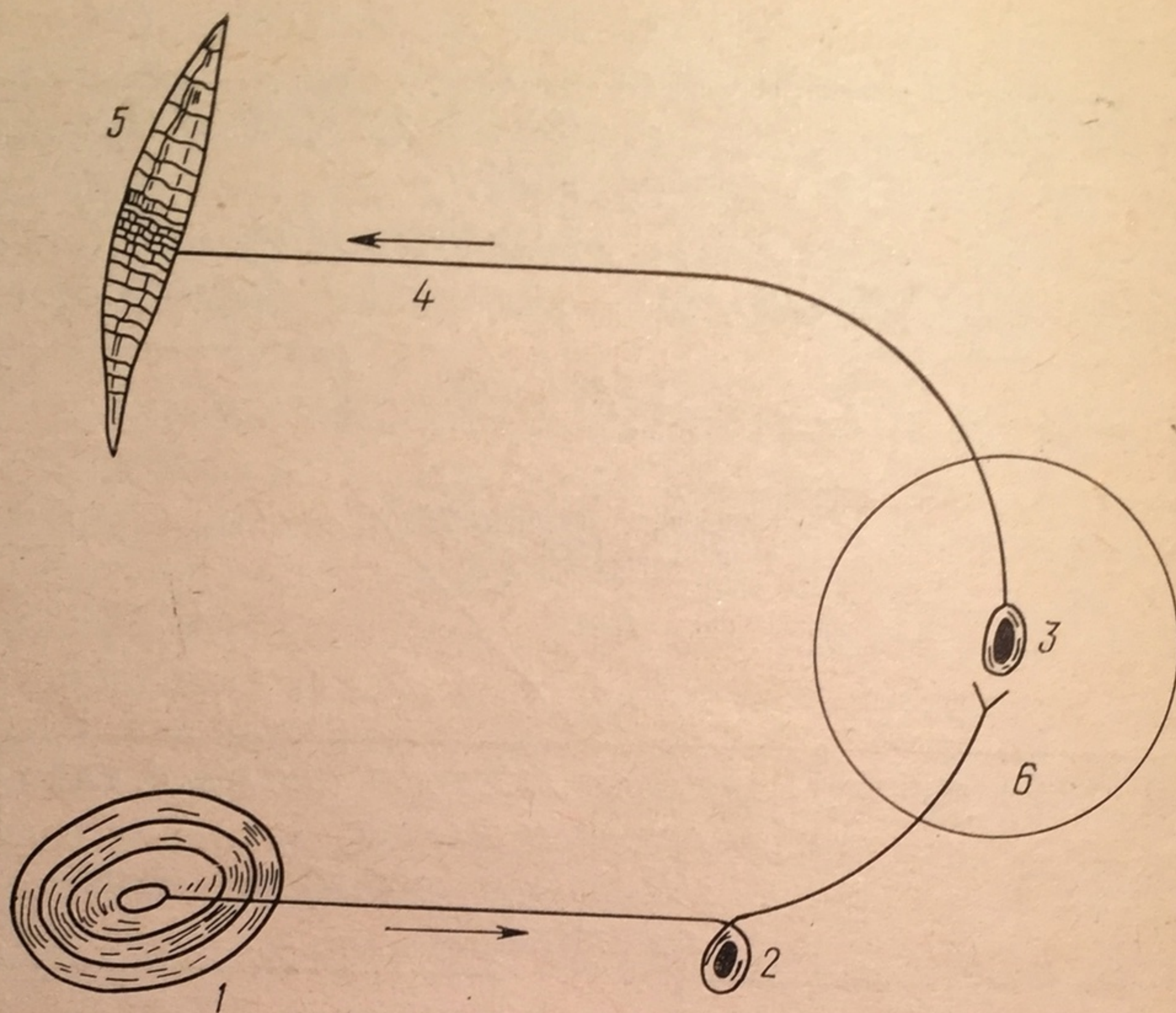


Рис. 2. Схема простой рефлексорной дуги:
1 — рецептор; 2 — центростремительный нейрон; 3 — синапс; 4 — центробежный нейрон; 5 — эффектор; 6 — центральный орган.

импульсы и регистрируют их в центральных отделах нервной системы.

Третья группа охватывает исполнительные, или эффекторные (моторные), нейроны, через которые преобразованный импульс в виде команды передается мышцам, железам и органам. Взаимосвязь трех нейронов, составляющих простую рефлексорную дугу, осуществляют соприкасающиеся отростки нейритов. Контакт волокон не является непосредственным. Между их окончаниями всегда существует крошечный промежуток. Это так называемые синапсы, которые можно теоретически представить себе как полупроницаемые для импульса мембраны. Синапсы либо проводят раздражения, либо блокируют их.

У высших организмов переработка импульсов происходит в центральной нервной системе, а возбуждения передаются посредством периферических нервов. Пути, проводящие раздражения от рецепторов к центральной нервной системе, называются центростремительными, а те, через которые осуществляется связь между центральной нервной системой и эффекторами, — центробежными (рис. 2).

В деятельности нервной системы важную роль играет раздражитель — стимул или импульс, который воздействует на органы чувств и вызывает раздражение в нейрофибрилле. Таким образом, нерв переходит в действующее состояние — возбуждение. Состояние возбуждения распространяется по нейрофибрилле с неодинаковой скоростью. Это позволяет говорить о степени проводимости нерва. У низших животных проводимость нервных волокон невелика, у высших позвоночных она гораздо более значительна. Например, проводимость нерва, управляющего закрыванием раковины у моллюсков, равна 1 см/с, обонятельного нерва щуки — 7, седалищного нерва лягушки — 86, а плечевого нерва человека — 12 000 см/с [37].

Функционально нервная система подразделяется на центральную и периферическую. К центральной нервной системе относятся головной и спинной мозг, к периферической — нервы и периферические ганглии. В состав периферической нервной системы входят цереброспинальные (черепномозговые) и вегетативные нервы.

Цереброспинальные нервы непосредственно связаны с головным или спинным мозгом и вместе с ними составляют цереброспинальную, или анимальную, нервную систему. Они информируют животное об условиях во внешней среде, обеспечивают двигательную активность и высшие психические функции.

Автономная, или вегетативная, нервная система иннервирует органы, деятельность которых непроизвольна. Таковы сердечная и гладкая мускулатура, железы и прочие внутренние органы. Автономия вегетативной нервной системы становится очевидной, если мы вспомним, что она продолжает функционировать и во сне, в бессознательном состоянии или при глубоком наркозе. Однако нельзя сказать, что между цереброспинальной и вегетативной нервной системой существует резкая граница. Так, часть афферентных импульсов для вегетативной нервной системы проходит по путям цереброспинальных нервов. Поперечнополосатые мышцы являются преимущественно эффектором цереброспинальной нервной системы. Но и здесь есть нюансы: например, поперечнополосатые дыхательные мышцы частично иннервируются вегетативными нервами. Кроме того, во всякой сознательной деятельности определенным обра-

зом участвует вегетативная нервная система. Так, скелетные мышцы при деятельности, управляемой произвольно, т. е. посредством цереброспинальной нервной системы, требуют более обильного кровоснабжения, что опять-таки обеспечивается вегетативной нервной системой.

С другой стороны, автономия вегетативной нервной системы относительна, поскольку многие вегетативные процессы контролируются головным мозгом, и упражнением можно достигнуть того, что они станут подчиняться воле (опорожнение мочевого пузыря, прямой кишки и т. п.). Тот факт, что вегетативная нервная система не свободна от влияния больших полушарий мозга, прежде всего от их корковых отделов, подтверждается существованием тесных связей между психическими и вегетативными процессами. Например, определенные психические состояния — страх, радость или гнев сопровождаются определенными вегетативными изменениями, такими, как покраснение или побледнение кожи, потоотделение, сердцебиение, изменение в деятельности желудка и кишок и т. д.

Рецепторы. У высших организмов раздражения воспринимаются специфическими органами, которые называются органами чувств. Чем выше биологическая организация организма, тем специализированнее его органы чувств. У позвоночных специализация достигла такой высокой степени, что определенные физические или химические раздражения регистрируются вполне определенными типами клеток.

В бодрствующем состоянии в центральную нервную систему поступают сигналы от различных рецепторов. Адекватным раздражителем для сетчатки глаза являются световые волны определенного участка солнечного спектра: ультрафиолетовые и инфракрасные лучи, например, глазом позвоночных не воспринимаются. Органы слуха животных тоже реагируют на колебания среды в определенном интервале частот. Обонятельные клетки слизистой оболочки носа и вкусовые клетки слизистой оболочки ротовой полости функционируют как химические рецепторы. Рецепторы, расположенные в коже, служат для восприятия осязательных и тепловых раздражений.

Оптические, акустические, вкусовые и другие сигналы, воспринимаемые рецепторами, проводятся в мозг,

который действует как центральный анализатор. Анализ сигналов, поступающих от органов чувств, осуществляется в коре больших полушарий, где внешние раздражения преобразуются в чувственные образы и тем самым регулируют взаимосвязь организма со средой.

Важнейшая функция больших полушарий состоит в том, что здесь координируются сигналы, поступающие от разных рецепторов, и регулируется очередность ответов организма на эти сигналы.

Эффекторы. Наряду с большим числом рецепторов в организме животных имеется, по существу, только два вида эффекторов, которые реагируют на раздражения и обеспечивают приспособление организма к окружающим условиям. Это мышцы и железы. Мышцы (в первую очередь поперечнополосатые) регулируют отношения организма с внешней средой, и поэтому их называют иногда внешними (экстеро) эффекторами. Правда, они до известной степени необходимы и для поддержания постоянства внутренней среды. Однако для клеток организма чрезвычайно важны прежде всего химико-гуморальные условия внутренней среды. Их постоянство поддерживается так называемыми внутренними (интеро) эффекторами, к которым относятся железы наружной и внутренней секреции.

ГОРМОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА

Второй главной системой, которая обеспечивает координацию функций отдельных органов, является гормональная система. Все железы внутренней секреции иннервируются парасимпатическими и симпатическими волокнами, которые управляют их функциями. Тесная связь гормональной и нервной систем осуществляется через гипофиз, управляемый гипоталамусом. Так как гормоны образуются и могут поступать в кровь разными путями и в различном количестве, то важным фактором является очень точное дозирование их деятельности, что совершенно необходимо для правильного хода процессов обмена веществ и развития. Нарушения эндокринной регуляции могут возникнуть вследствие как чрезмерно усиленной, так и недостаточной продукции гормонов.

Гормонами называют активные вещества, которые образуются в определенных тканях и, попадая в кровь

даже в ничтожно малых дозах, влияют на функции других тканей. Собственно гормоны образуются в специфических железах, которые выделяют свои продукты непосредственно в кровь (внутренняя, или эндокринная, секреция).

Кроме собственно гормонов, известны и другие активные вещества, которые образуются не в специализированных тканях. Эти вещества называются тканевыми гормонами.

Роль гормонов состоит прежде всего в регуляции обмена веществ, роста и развития (морфогенеза), регуляции развития половых желез и их деятельности. Они воздействуют также на поведение животных, на их устойчивость и приспособляемость к влияниям внешней среды.

Регуляция секреции гормонов. Образование гормонов, выделение их в кровь контролируется нервной системой, которая на изменения внутренней среды отвечает вполне определенными регуляционными сигналами. Синтез гормонов, участвующих в обмене веществ, происходит непрерывно, всегда в одинаковом количестве. Если же организму потребуется большее количество гормонов, клетки соответствующей железы (по нервным путям или через посредство рецепторов, находящихся в самой железе) получают стимул для повышения своей активности.

Важные регуляционные центры управления функциями эндокринных желез, влияющих на обмен веществ, размножение, а также водный и минеральный баланс, сосредоточены в гипоталамусе. Функционально они тесно связаны с гипофизом и вегетативной нервной системой. Большое значение имеет и кора больших полушарий, от которой исходят тормозящие и стимулирующие импульсы для системы промежуточный мозг — гипофиз.

Между отдельными железами внутренней секреции в нормальных условиях существует равновесие, для поддержания которого служат различные предохранительные механизмы. Избыточный синтез того или иного гормона может компенсироваться образованием антигормона; кроме того, это ведет к включению регулирующего механизма обратной связи, который ограничивает образование и выделение гормона. С другой стороны, уже само снижение уровня гормона в крови ведет к повышению его секреции.

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И АНАТОМИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ

Все виды животных в процессе эволюционного развития (в большей или меньшей степени) приспособились к условиям той среды, в которой они обитают. Важнейшим фактором, обуславливающим морфологические изменения, были климатические условия. Последствиями процесса адаптации явились особенности величины и строения тела, специфика кожных покровов (шерсть или перья), от которых зависит теплоизоляция поверхности тела, характер распределения подкожного жира, строение пищеварительных органов и органов приема пищи (зубов и ротовой полости).

ВЕЛИЧИНА И ФОРМА ТЕЛА

Бергманн первый обратил внимание на то, что особи из популяции данного вида, обитающие в более холодных районах, отличаются, как правило, большими размерами, чем те, что живут в более теплых частях ареала. Например, средняя длина черепа у дикой свиньи, обитающей в Восточной Сибири, составляет 56 см, в западной части СССР — 46 см, в Германии — 38—41 см, в Испании — 32—35 см. Сходные данные получены для оленей, волков и лисиц [147].

Наблюдение Бергманна подробнее осветил Бурделль [32]. Для отведения тепла очень важна площадь поверхности тела. Поэтому гомойотермные животные должны, с одной стороны, обладать способностью по возможности снижать потери тепла до минимума, а с другой — обеспечивать отведение избыточного тепла. Относительно наименьшую площадь поверхности имеет шар, относительно наибольшую имели бы особи с плоским листовидным телом. Однако это в известной степени отвлеченные рассуждения; реальность же общего правила подтверждается сравнением поверхности тела таких крайних типов, как жирафа и тюлень.

Для регулирования теплового баланса наибольшее значение имеет тот факт, что с увеличением размеров особи все линейные измерения увеличиваются в прямой пропорции: поверхности — пропорционально квадрату и объем — пропорционально кубу длины. В этой связи правило Бергманна приобретает большое значение, так

как оказывается, что и довольно незначительная разница в размерах тела у представителей популяций из различных климатических областей играет известную роль в тепловом балансе. Даже незначительное увеличение линейных размеров тела (высоты или длины) имеет следствием довольно значительное увеличение объема тела по сравнению с его поверхностью, причем пропорционально увеличивается интенсивность метаболических процессов по сравнению с потерями тепла.

Кроме того, в более холодных районах ареала, все выступающие части тела животных (конечности, хвост, уши) сравнительно более короткие, чем у тех же животных из популяций, обитающих в более теплых местностях (правило Аллена). Все это относится и к домашним животным. В более холодных районах животные крупны, компактны, коротконоги, в жарких районах они малы, стройны, длинноноги, с длинными ушами. По данным Броди [41], поверхность тела у браманского скота примерно на 12% больше, чем у представителей европейских пород, что способствует и лучшему отведению тепла из организма.

Если в коже мало потовых желез и она очень толста, то в качестве превосходного регулятора тепла начинает функционировать увеличенная ушная раковина, которая относится к числу органов, наиболее обильно снабженных кровеносными сосудами. Характерным примером являются огромные уши африканского слона, на которые приходится $\frac{1}{6}$ поверхности всего тела. Для той же цели служит и ухо кролика; в тепле уши у него подняты, на холоде чаще прижаты к телу.

ОРГАНЫ ДВИЖЕНИЯ

Приспособленность животных к климату проявляется и в длине конечностей. Типичные обитатели пустынных районов имеют длинные конечности (верблюды, африканские породы крупного рогатого скота, мериносы). Длинные конечности служат приспособлением для защиты от теплового излучения с поверхности земли, способствуют быстрому перемещению с места на место и позволяют кормиться листьями с кустов и деревьев. Необходимость дальних перемещений обусловлена резкой сезонностью выпадения осадков, которая вынуждает животных совершать подчас очень далекие переходы к бли-

жайшему источнику воды. Сомалийские верблюды способны ходить на водопой даже за 500 км, браманский скот — до 26 км [88].

К характеру грунта естественно приспосабливались подошвенные части конечностей. Одновременно с увеличением прочности подошвы из широких пятипалых ступней, приспособленных для движения по мягкой болотистой местности, путем сокращения числа пальцев развились копыта с минимальной площадью контакта, пригодные для быстрого передвижения по твердой земле.

У животных, которым приходится передвигаться по твердой почве, роговая капсула копыта имеет острые края, предотвращающие скольжение по грунту; у животных, обитающих в болотистых местностях, роговые чехлы широки, что препятствует погружению ног в вязкую почву. Такое же назначение имеют широкие копыта оленей, позволяющие им передвигаться по глубокому снегу.

Благодаря адаптации к низким температурам, у ряда животных произошли также некоторые изменения в строении тканей. Известно, что жир из нижних частей конечностей телят и жир из костного мозга пальцевых фаланг у многих арктических диких животных имеет низкую точку плавления и мягок даже зимой, в то время как жир из костного мозга бедренной кости плавится при температуре тела (поэтому, будучи извлечен из кости, он при низких температурах имеет твердую консистенцию). Низкая точка плавления жира в периферических частях конечностей имеет большое значение для гибкости тканей в условиях холода [99].

ПОКРОВЫ ТЕЛА

Покровы тела — это кожа и ее производные: шерсть, роговое вещество, сальные и потовые железы. Изменения покровов тела могут служить сравнительно быстродействующим компонентом морфологической адаптации. И хотя свойства кожи и шерсти в целом обусловлены генетически, все же каждая особь имеет довольно широкие возможности приспособления к сезонным условиям.

Кожа. Кожа обеспечивает защиту от резких влияний внешней среды. Она выполняет функцию терморегуляции и в то же время является прочным эластичным

водонепроницаемым барьером, равно как и преградой для различных инфекций. В коже различают два слоя: верхний образован отмершими слоями клеток рогового вещества, а нижний — живыми клетками, содержащими пигмент. В коже располагается множество морфологических образований, которые выполняют функцию рецепторов, реагирующих на прикосновение, холод, тепло и болевые раздражения.

Толщина кожи зависит от нагрузок, которые она должна выдерживать. На всех участках, которые обычно испытывают механические нагрузки (ступня, пальцевый мякиш, копыто), толщина кожи увеличивается. Ороговевшие образования защищают ее от действия крайних температур.

В теплом климате кожа домашних животных становится тоньше, в холодном, наоборот, утолщается. Общеизвестны изменения толщины кожи летом и зимой. Недопил [186] установил, что у крупного рогатого скота кожа зимой утолщается примерно на 10% (с 7,9 до 8,6 мм). Породы, разводимые в тропическом и субтропическом поясах, имеют более тонкую кожу, чем породы умеренного пояса [181]. В теплом климате утолщается поверхностный слой кожи — эпителий, а нижний слой и подкожная клетчатка остаются тонкими. Наоборот, в условиях холода эпителий тонок, а нижний слой кожи и подкожная клетчатка утолщены. С другой стороны, некоторые виды, обитающие в тропическом поясе, также могут иметь чрезвычайно толстую кожу (слон, тапир). В этом случае кожа служит защитой не от потери тепла, а от проникновения его в организм [251].

Примером, иллюстрирующим изменение толщины кожи вследствие адаптации к климатическим условиям, могут служить данные Водзицкой [272], что толщина кожи у овец на пастбище после стрижки увеличивается. Правда, такие изменения можно было бы объяснить и реакцией на возросшее потребление корма, обычно наблюдаемое после стрижки, но, вероятнее всего, здесь перед нами реакция на холодовой стресс. Дело в том, что после стрижки кожа у овец утолщается и в условиях недокорма, когда потребление корма не покрывает потребности в нем на поддержание жизни. В то же время такое же утолщение кожи наблюдается и у неостриженных овец, если их в течение трех недель держать в холодном и ветреном месте.

В плане адаптации очень важным моментом является пигментация кожи. Различные типы меланина в коже задерживают и поглощают ультрафиолетовые лучи, непигментированная же кожа очень чувствительна к солнечному излучению. Если воздействие солнечного излучения увеличивается постепенно, то к нему могут адаптироваться особи и с недостаточно пигментированной кожей. Ультрафиолетовые лучи проникают в кожу на глубину около 4 мм, достигая таким образом тончайших капилляров. Последние расширяются, кровь из них попадает в верхние слои кожи и вызывает воспалительный процесс. Благодаря раздражению более глубоких слоев кожи, в клетках возникают новые пигментные тельца, которые концентрируются вблизи клеточных ядер, и кожа темнеет. Так, в условиях венгерского климата у темворских рыжих свиней, импортированных из Англии, установлено значительное потемнение первоначально слабо пигментированной кожи [101].

Специфическим проявлением адаптации можно считать отложение экзогенных пигментов — каротиноидов, которые крупный рогатый скот получает с кормом, особенно на пастбище. У альбиносов, а также у частично альбиноотических (пятнистых) особей этот краситель выполняет функцию пигмента, защищающего лишенную меланинов кожу от солнечного излучения [24].

Пигментация верхних слоев кожи не зависит от окраски волоса. Чаще всего кожа имеет более светлую окраску, чем шерстный покров. Однако у многих животных с белой шерстью кожа имеет черную пигментацию (белый медведь, белые северные олени, белые лошади).

Шерсть. Для приспособления животных к различной температуре служит важнейшее производное кожи — волосы. По гистологическому строению различают несколько типов волос, но нас интересуют прежде всего их функциональные различия. С этой точки зрения важно разграничивать тонкие и густые волосы, образующие подшерсток, и толстые остевые волосы. Теплоизоляционные функции выполняет прежде всего подшерсток. У тропических животных подшерсток очень редкий или отсутствует полностью, у животных, ведущих водный образ жизни, он чрезвычайно густой, прилегает плотно к коже и пропитан жиром, что препятствует проникновению в него воды. По данным Бонсма и др. [30],

у крупного рогатого скота Южной Африки гладкая шерсть тесно коррелирует с высокой тепловыносливостью. Животные с более развитым подшерстком, которые в жарком климате недостаточно быстро утрачивают свой первоначальный «европейский» тип шерстного покрова, наименее способны адаптироваться к высоким температурам. Овцы в этих районах тоже имеют более короткую шерсть и менее густое руно.

Типичным проявлением морфологической адаптации можно считать периодическую смену шерсти. У диких животных ритм линьки выражен очень четко, в гораздо большей степени, чем у одомашненных животных. Наиболее четкий ритм линьки у хищников, овец и лошадей.

Как указывают Гудал и Янг [83], смена шерсти тесно связана с механизмами кровоснабжения кожи. В коже один над другим расположены три слоя разветвленных капилляров: самый наружный слой находится под эпителием, средний — на той глубине, где расположены потовые и сальные железы, внутренний — под кожей.

При постоянном пребывании в условиях повышенных температур наиболее интенсивно снабжаются кровью наружные слои кожи, к более глубоким кровь поступает менее интенсивно. Волосы в этих условиях оказываются более слабыми или могут даже совсем исчезнуть. При низких же температурах внешней среды поверхностные капилляры сужаются, и кровь обильнее снабжает средний и глубокий слои кожи. В результате этого у животных, обитающих в холодном климате, вырастают более толстые и густые волосы (рис. 3 и 4).

Цвет шерсти. В соответствии с давно установившимися представлениями о важной роли защитной окраски в открытой местности должны лучше выживать, спасаясь от врагов, формы с невзрачной, желтовато-серой окраской шерсти. В действительности значение окраски в этом смысле сильно преувеличено. Многие хищники при добывании пищи руководствуются не только и не столько зрением, сколько обонянием. Туман или пыль ухудшают видимость уже на сравнительно небольшом расстоянии. Значение покровительственного типа окраски может состоять скорее в том, что в сухом и жарком климате в шерстном волокне образуются более бледные пигменты, которые лучше отражают солнечные лучи [147]. В тропических областях идеальным приспособ-

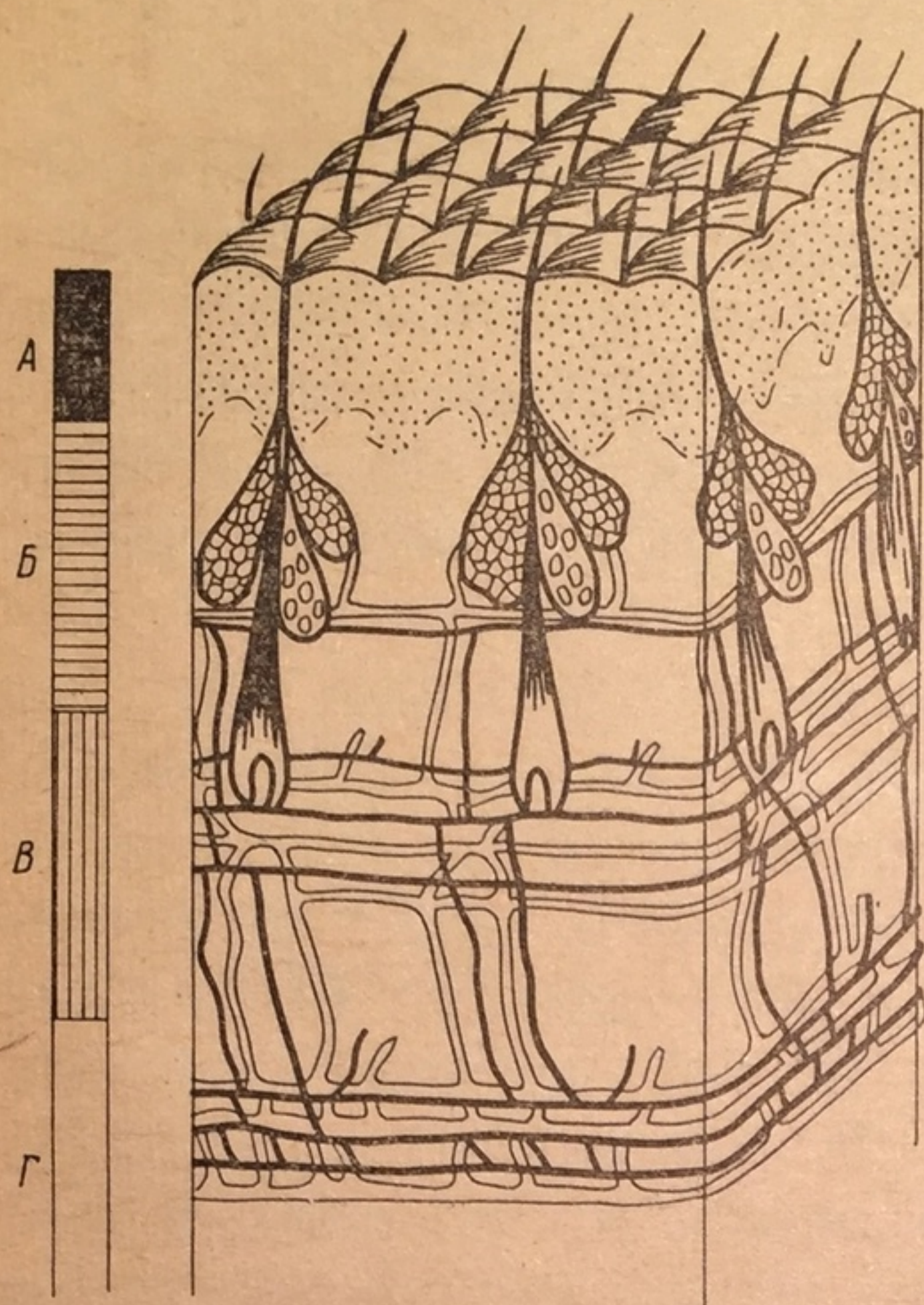


Рис. 3. Кожа крупного рогатого скота, выросшего в условиях холода:

А — эпидермис; Б — верхний слой кожи с потовыми и сальными железами; В — нижний слой кожи с волосяными луковицами; Г — подкожная клетчатка [82].

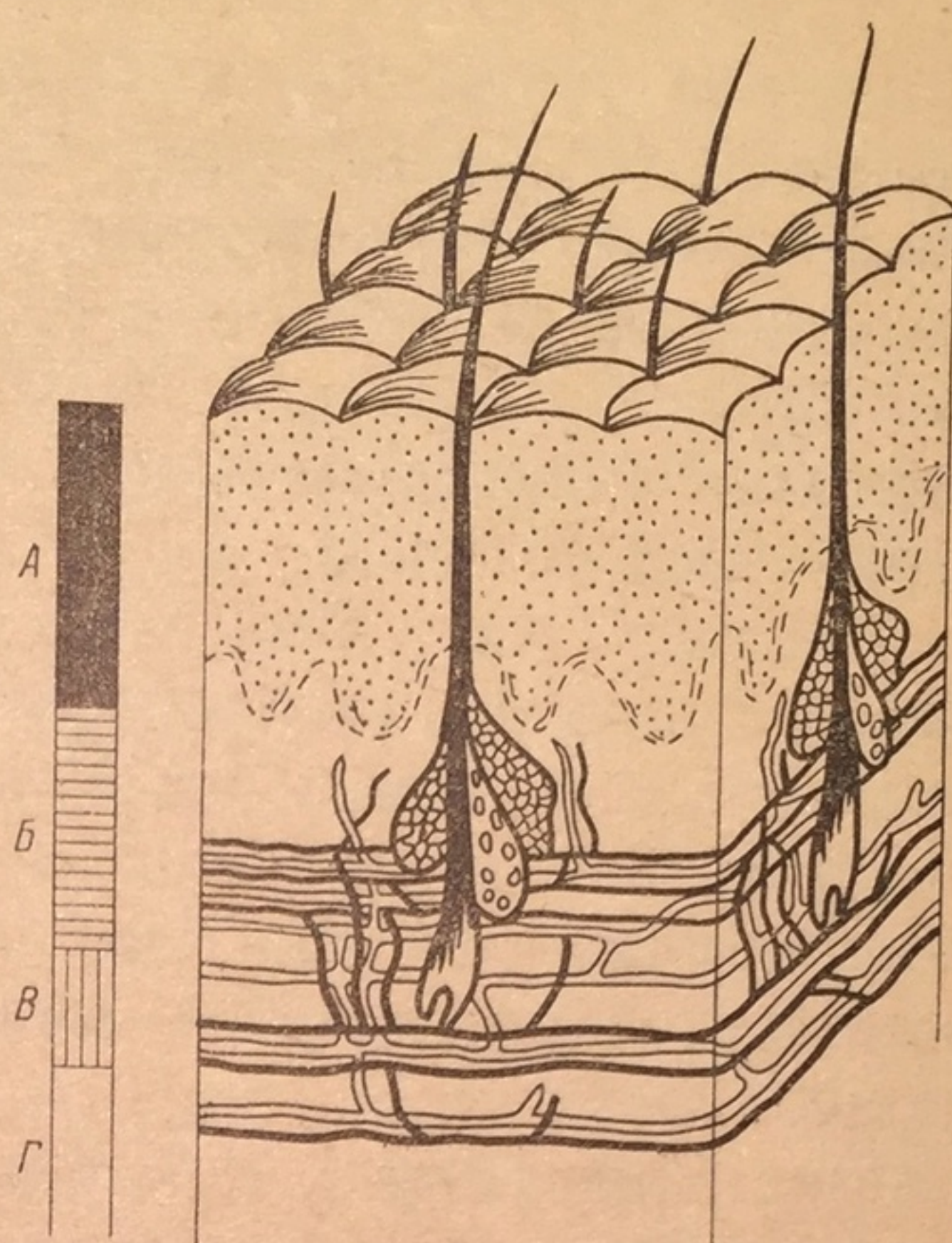


Рис. 4. Кожа крупного рогатого скота, выросшего в условиях высокой температуры. Обозначения те же, что и на рисунке 3 [82].

соблением для уменьшения действия интенсивного солнечного излучения была бы, вероятно, белая, светлоокрашенная или рыжая шерсть в сочетании с темной кожей. Белая шерсть и лишенная пигмента кожа составляют очень неблагоприятную комбинацию. Так, у герефордского скота, который имеет белую голову, очень часты конъюнктивиты и рак век [166]. Сплошная пигментированная полоса вокруг глаз шириной 1,5 см уже обеспечивает достаточную защиту век.

У скота симментальского типа окрашенные участки лучше снабжаются кровью, чем неокрашенные. Этим объясняется тот факт, что в районе пигментированных пятен происходит охлаждение; кожа в этих местах лучше снабжается питательными веществами. На пигментированных участках более развиты сальные и потовые железы, что, с одной стороны, облегчает теплоотдачу, а с другой — вследствие обогащения этих мест жиром обеспечивает лучшую защиту покровов от влаги.

ЗАПАСНОЙ ЖИР

Большое значение для адаптации имеет способность живогных накапливать запасной жир. Эти запасы не только помогают пережить периоды наибольшего недостатка корма, но и одновременно обеспечивают дополнительный механизм теплоизоляции. Запасной жир необходим животным как в тропических областях, так и в арктическом поясе.

Количество и способ накопления запасного жира тесно связаны с температурными условиями. Арктические животные запасают жир на зиму, когда он им служит и в качестве энергетических резервов и как теплоизоляционная прослойка. Для этого жир должен быть более или менее равномерно распределен под кожей по всей поверхности тела. Толстый слой подкожного жира имеют также животные умеренного пояса, но не обладающие достаточно теплоизолирующим шерстным покровом (например, свиньи). Обитатели же тропиков запасают жир в период дождей и расходуют его во время лактации или при неблагоприятных условиях среды. Летом условия для поисков корма ухудшаются, что совпадает с периодом засухи, т. е. с периодом, когда желательна минимальная подкожная теплоизоляция. Поэтому для этих видов более характерны локализованные запасы жира, например вдоль хребта. Солнечное излучение действует в основном на спину, где и сосредоточен жир, препятствующий перегреву тела.

Типичными представителями видов, накапливающих локализованные запасы жира, являются овцы и верблюды. У овец жир накапливается в хвосте или у корня хвоста (курдючные и жирнохвостые породы овец Ирака, Ирана, Восточной Африки, Родезии, а также некоторые породы Советского Союза). У верблюдов жир накапливается в горбе. Масса горба может достигать до 20% живой массы животного [220].

ПРИЕМ КОРМА И ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Прием корма. Строение ротовой полости составляет одну из важнейших морфологических адаптаций животных.

Органы для приема пищи хорошо приспособлены к характеру основных кормов каждого данного вида. В

приеме пищи тем или иным образом участвуют губы, зубы, язык, голова, иногда и грудные конечности. За исключением жидкостей и тех пищевых объектов, которые допускают непосредственное проглатывание, попавшие в ротовую полость корма направляются языком на жевательные поверхности коренных зубов, где они частично перерабатываются.

У крупного рогатого скота главным органом приема корма служит длинный, гибкий и шершавый язык. Пучки травы или длинные части растений скот охватывает языком, втягивает в рот, прижимает резцами к ороговевшей пластинке верхней челюсти и отрывает движением головы. Язык используется также при поедании резаного и струганого корма. Только в тех случаях, когда корм достаточно измельчен, животное помогает себе губами.

Лошадь при пастыбе пользуется преимущественно сильными, подвижными и чувствительными губами. Верхняя губа овец приспособлена к пастыбе на очень коротком травостое.

Свинье заостренное рыло помогает выкапывать корм из-под земли. Траву на пастбище она скусывает или только захватывает резцами и отрывает движением головы.

У верблюда очень чувствительна нижняя губа, при помощи которой он может захватывать даже самые мелкие растения. Характерный твердый валик ткани вокруг губ позволяет верблюду использовать ксерофильную растительность, составляющую у этого вида животных основную часть рациона. Внутри ротовой полости также находится толстый слой соединительной ткани, из которой выдаются сосочки длиной 1—2 см. Таким образом, рот верблюда и изнутри устроен так, чтобы животное могло успешно справиться с колючими растениями.

Пищеварительный аппарат. В зависимости от того, является основной корм растительным или животным, различают плотоядных животных, к которым среди домашних животных относятся собака и кошка, и травоядных, среди которых можно назвать лошадей, крупный рогатый скот, коз, кроликов и т. д. Промежуточное положение занимают свиньи, которые, однако, в одомашненном состоянии питаются преимущественно растительным кормом.

Т а б л и ц а

Ёмкость и относительная длина пищеварительного тракта домашних животных [128]

Вид животных	Отдел пищеварительного тракта	Относительная вместимость, %	Абсолютная вместимость, л (средние значения)	Отношение длины туловища к длине кишечника
Лошадь	Желудок	8,5	17,96	1:12
	Тонкий отдел кишечника	30,2	63,82	
	Слепая кишка	15,9	33,54	
	Большая ободочная кишка	38,4	81,25	
	Малая ободочная и прямая кишки	7,0	14,77	
			211,34	
Крупный рогатый скот	Желудок	70,8	252,5	1:20
	Тонкий отдел кишечника	18,5	66,0	
	Слепая кишка	2,8	9,9	
	Ободочная и прямая кишки	7,9	28,0	
			356,4	
Свинья	Желудок	29,2	8,00	1:14
	Тонкий отдел кишечника	33,5	9,20	
	Слепая кишка	5,6	1,55	
	Ободочная и прямая кишки	31,7	8,70	
			27,45	
Собака	Желудок	62,3	4,33	1:6
	Тонкий отдел кишечника	23,3	1,62	
	Слепая кишка	1,3	0,09	
	Ободочная и прямая кишки	13,1	0,91	
			6,95	
Кошка	Желудок	69,5	0,341	1:4
	Тонкий отдел кишечника	14,6	0,114	
	Толстый отдел кишечника	15,9	0,124	
			0,579	

Отношение длины тулови- ща к длине кишечника	значения)
96	1:12
82	
54	
25	
7	
4	1:20
	1:14
	1:6
	1:4

Анатомическое строение составных частей пищева-
рительного тракта у разных видов домашних животных
в значительной степени приспособлено к морфологи-
ческим особенностям, составу и объему потребляемого ими
корма (табл. 1).

Пищеварительный канал плотоядных по сравнению
с длиной их тела сравнительно короток. Их пища богата
питательными веществами, отличается высокой перева-
римостью и с помощью ферментов быстро переварива-
ется.

Пищеварительный канал всеядных гораздо длиннее
и обнаруживает значительные различия у разных форм.
Так, у домашней свиньи, селекционируемой на большие
привесы и потребление большого количества корма, тон-
кий и толстый отделы кишечника значительно длиннее,
чем у дикой.

У жвачных пищеварительный аппарат приспособлен
к потреблению объемистых кормов со сравнительно низ-
ким содержанием питательных веществ. Его большая
вместимость позволяет животным пастись в наиболее
удобное для них время дня.

Преджелудки служат бродильной камерой, в которой
с помощью микроорганизмов расщепляется клетчатка.
У остальных травоядных с более простым (однокамер-
ным) желудком эту функцию выполняет специально при-
способленный отрезок толстого отдела кишечника (сле-
пая кишка).

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ

Физиологическая адаптация включает в себя процессы,
которые протекают в течение более или менее длитель-
ного периода в организме одной и той же особи вследст-
вие изменения характера корма или физических свойств
внешней среды.

Клетка организма представляет собой совокупность
систем, составляющих метаболическое целое и завися-
щих друг от друга функционально. Сказанное в особен-
но большой степени относится к высшим организмам,
ибо чем сложнее организация, тем больше число завися-
щих друг от друга функциональных систем. Изменение
условий может вызвать изменение и структуры и био-
химии какой-либо из систем. Это влечет за собой откло-
нения в направлении и скорости действия других сис-

тем, взаимосвязанных с ней, и в результате метаболическое равновесие может нарушиться.

Но нельзя забывать о высокой способности живой клетки к регуляции, равно как и об избирательных свойствах систем. Организм обладает способностью к гомеостазу и в состоянии сам регулировать физиологические процессы. В определенном интервале условий ему удастся компенсировать изменения и нарушения физиологического равновесия и, следовательно, поддерживать оптимальное физиологическое состояние.

Гомеостаз — это способность организма поддерживать внутреннюю среду постоянной даже в тех случаях, когда внешние условия заметно отклоняются от нормы. В понятие физиологического гомеостаза входит выносливость по отношению к колебаниям температуры; химическое равновесие в обмене воды, углеродосодержащих соединений и электролитов, а также равновесие сердечно-сосудистой деятельности. Отклонения от нормальных условий предотвращаются или компенсируются многочисленными гомеостатическими механизмами.

Лишь в тех случаях, когда неблагоприятное воздействие внешних факторов окажется слишком интенсивным или слишком продолжительным, может наступить состояние, при котором организм уже не в силах поддерживать физиологическое равновесие. Тогда у животных проявляется тот или иной характерный синдром, представляющий собой сочетание болезненных симптомов.

ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Способы терморегуляции

Животные защищают себя от слишком резких колебаний температуры различными способами. Большинство беспозвоночных для защиты от низких температур ограничивают до минимума выделение физической энергии, прекращают движение или развитие.

У пойкилотермных животных температура тела зависит от температуры среды, однако вследствие выделения тепла в процессах обмена она всегда на несколько градусов выше. Когда наружная температура снижается, во внешнюю среду отводится больше тепла,

и при этом вследствие недостаточного функционирования терморегуляционных механизмов температура тела снижается. При этом окислительные процессы замедляются, а функционирование органов сокращается до минимума. При охлаждении пойкилотермных животных до нуля, когда возникает опасность замерзания, окислительные процессы вновь усиливаются. Таким образом, и у пойкилотермных животных существуют некоторые зачатки терморегуляции.

Наиболее совершенное приспособление к колебаниям температур приобрели теплокровные — гомойотермные — позвоночные, у которых температура тела постоянна. Она удерживается на среднем уровне благодаря тонкому поддержанию равновесия между притоком и отведением тепла.

Теплопродукция

В теплопродукции участвует каждая клетка организма благодаря проходящим во всех клетках окислительным процессам. В этом отношении важнейшую роль играют поперечнополосатые мышцы. Учитывая их большую массу, на них падает (даже в состоянии покоя) от 25 до 50% выделяемого тепла, а при интенсивной мышечной работе гораздо больше. Следующее место занимает печень, выделяющая 15—20% всего тепла, продуцируемого организмом. В теплопродукции участвуют также почки, легкие и вся ретикулоэндотелиальная и нервная системы [251]. У жвачных значительным источником тепла являются процессы брожения в рубце.

Когда температура тела обнаруживает тенденцию к снижению, терморегуляционные центры гипоталамуса через переднюю долю гипофиза усиливают деятельность щитовидной железы, что стимулирует окислительные процессы в организме, особенно в мускулатуре и во внутренних органах (например, в печени). При этом повышается частота дыхания и пульса.

При длительном пребывании на холоде и продолжительных потерях тепла обмен веществ в результате повышенной активности эндокринной системы усиливается, причем происходят гистологически обнаруживаемые изменения щитовидной железы и коры надпочечников. Когда после этого температура возвращается к нормальному уровню, основной обмен еще несколько

дней остается повышенным [129]. Если же организм подвергается действию холода в течение нескольких месяцев, гипертрофия эндокринных желез может уменьшиться, несмотря на то что холодовой стрессор продолжает действовать. Дикие животные, постоянно обитающие в холодном климате, имеют нормальные эндокринные железы. В некоторых случаях выделение тепла у них бывает повышенным [99].

Отведение тепла

Отведение тепла происходит путем излучения, проведения, конвекции и испарения. Потери тепла путем проведения сравнительно невелики; они возникают при соприкосновении тела животного с холодной поверхностью, почвой, подстилкой, со снегом. Более велики потери тепла посредством конвекции (собственно, это проведение тепла в жидкостях и газах, усиливаемое их течением). Величина этих потерь зависит от скорости движения окружающего воздуха. При лучеиспускании поверхность кожи организма испускает невидимые длинноволновые лучи, которые поглощаются более холодными окружающими поверхностями. При этом важную роль играет влажность воздуха. Влажный, более холодный воздух является очень хорошим проводником тепла, его теплопроводность почти вдесятеро больше теплопроводности сухого воздуха [251].

В пределах нейтральной температурной зоны наибольшая часть образовавшегося в организме тепла отводится посредством проведения и излучения. При повышении температуры окружающей среды сверх определенной границы этот способ отведения тепла отступает на второй план. Напротив, когда температура воздуха становится выше температуры тела, происходит проведение тепла из окружающей среды, и появляется опасность повышения температуры тела. В этих условиях отведение тепла из организма происходит исключительно за счет испарения воды (потоотделение, дыхание) (рис. 5).

Посредством испарения организм может выделять тепло через кожу с потом, с водяными парами и через дыхательные пути.

Потовые железы у разных видов животных развиты неодинаково. Лучшее всего они развиты у человека, а

среди домашних животных — у лошади. У остальных животных настоящие потовые железы есть только на определенных участках кожи, и их роль в терморегуляции не совсем ясна. Так, некоторые авторы [75] считают, что потовые железы жвачных играют лишь незначительную роль в терморегуляции, а повышенное отведение тепла посредством испарения с поверхности тела при высоких температурах является результатом проникновения воды через кожу. В то же время Буквай [44] цитирует многих авторов, которые считают, что и у крупного рогатого скота повышенное выделение воды кожей происходит прежде всего через потовые железы, несмотря на то что количество их у этого вида животных меньше.

По данным Тангля [251], потери тепла путем испарения при высоких температурах происходят главным образом через кожу. В этих условиях кожные сосуды расширяются, приток крови к коже увеличивается, и потовые железы функционируют более интенсивно. Однако Уорстел и Броди [274] установили, что у крупного рогатого скота уже при 24°C выделение воды кожей увеличивается в меньшей степени, достигая максимума при 30°C. При более высоких температурах испарение в большей степени происходит через дыхательные пути.

Образование паров в организме увеличивается и при низких температурах в результате интенсификации окислительных процессов, но тогда они отводятся прежде всего с поверхности дыхательных путей.

Организм домашних животных продуцирует значительное количество водяных паров. Корова массой 300—800 кг и с суточным удоєм 10—15 л испаряет ежедневно от 6 до 16 л воды, мерин (400—800 кг) — от 5 до

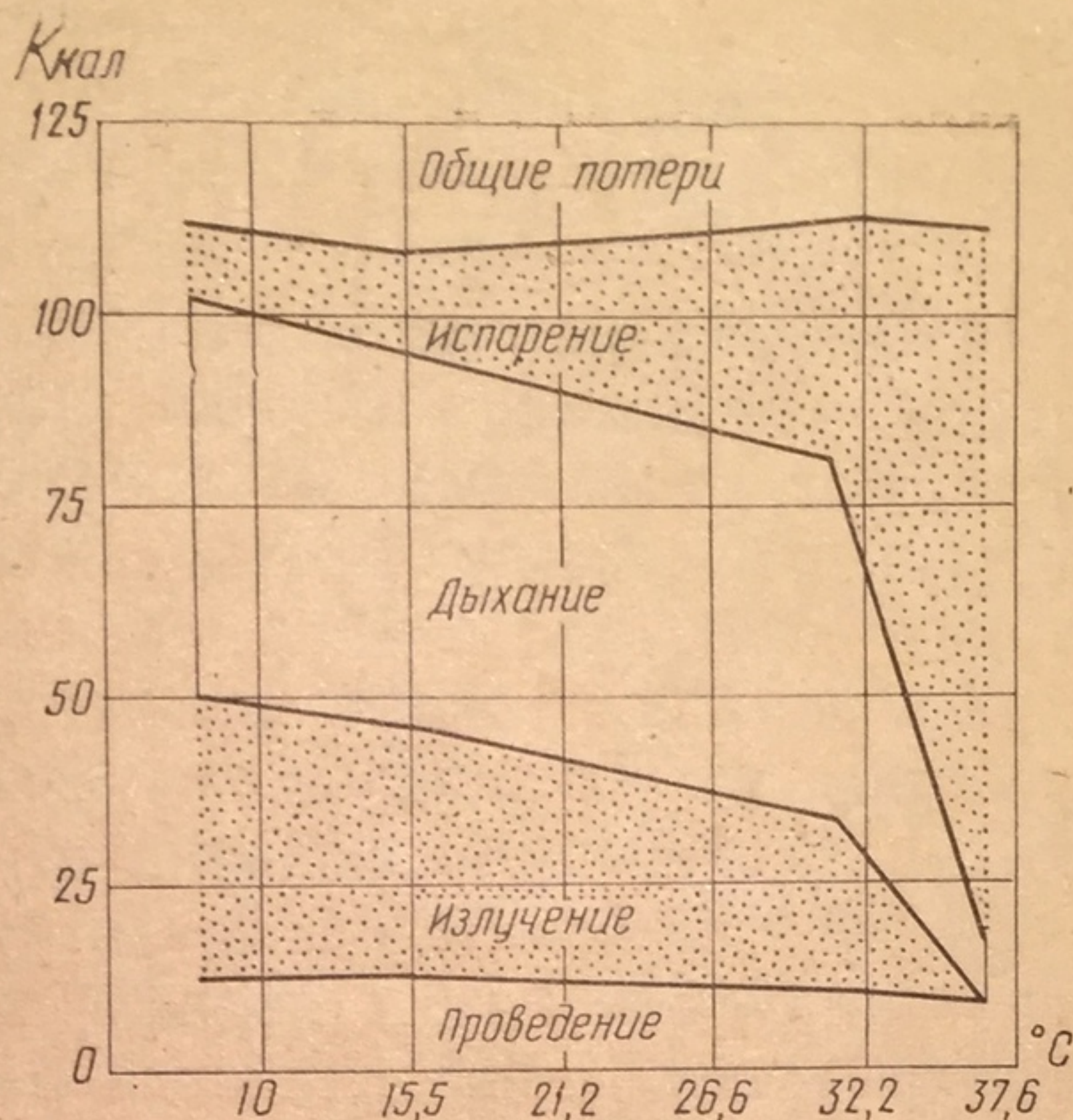


Рис. 5. Тепловыделение у свиней при различной температуре воздуха (масса 34—56 кг) [128].

8 л; холостая свиноматка (100—200 кг)—от 2 до 2,5 л; лактирующая овца (40—60 кг)—от 2,5 до 2,6 л. Расход энергии на испарение 1 кг воды составляет 580—600 ккал [251].

Образование так называемого влажного тепла, которое освобождается через дыхание, является важным терморегуляционным механизмом, особенно у овец. Он вступает в действие прежде всего при высоких температурах, когда частота дыхания может повыситься с 20—50 до 300 вдохов в минуту. Терморегуляционная реакция, выражающаяся в ускорении и углублении дыхания, может быть вызвана стимулами от центральной нервной системы (когда перегретая кровь доходит до гипоталамуса) или периферическими стимулами от кожи. Такие периферические рецепторы с особенно высокой чувствительностью обнаружены, в частности, в области мошонки баранов [264].

Кровоснабжение кожи как фактор терморегуляции

В отведении тепла из организма решающую роль играет разница между температурой поверхности кожи и окружающей среды. Температура кожи регулируется посредством большего или меньшего притока крови к ней. Сосуды, снабжающие кровью поверхностные слои кожи, при снижении температуры окружающей среды сужаются, в результате чего снижаются температура кожи и перепад температур между кожей и внешней средой. Это предохраняет организм от больших потерь тепла. При повышении наружной температуры более интенсивным становится кровоснабжение кожи. Если же температура продолжает повышаться, кровоснабжение достигает максимума, и перепад температур между кожей и внешней средой уменьшается. Тогда отведение тепла от кожи данным способом затрудняется. Если повышенное испарение с поверхности тела и увеличение частоты дыхания не могут поддержать постоянство температуры тела, то она начинает повышаться [162].

Такие терморегуляционные свойства кожи в наибольшей степени присущи животным без шерстного покрова. У свиней при низких температурах воздуха наблюдают побледнение и охлаждение кожи. Сужение кож-

ных сосудов может снизить потери тепла на 70% [175]. При очень низких внешних температурах кожа становится синюшной в результате застоя крови в кожных капиллярах. Такая кровь содержит мало кислорода и почти не циркулирует, так как более глубокие сосуды сильно сужены.

Не все участки поверхности тела свиней имеют одинаковую температуру. Лис, Нихельманн и Штейнхардт [162] приписывают важную роль в терморегуляции (особенно при низких температурах) выступающим участкам (уши, пальцы конечностей, конец хвоста), температура которых ниже, чем температура остальной поверхности тела. Например, при наружной температуре 5°C температура выступающих участков на 20°C ниже ректальной температуры, в то время как для остальной поверхности тела эта разница достигает лишь 12°C. Меньший перепад температур способствует сохранению тепла в организме (рис. 6).

Гудал и Янг [83] сделали очень интересное наблюдение относительно кровоснабжения кожи у крупного рогатого скота. Если в коже человека сосуды образуют сплошную сеть, в которой артерии расположены независимо от вен, то у крупного рогатого скота артерии всегда сопровождаются одной или несколькими тесно сближенными между собой венами (*venae comitantes*). Такое расположение сосудов позволяет теплой артериальной крови, приходящей из глубинных участков тела, отдавать часть тепла на своем пути к коже охлажденной венозной крови. Таким образом уменьшается температурный градиент между кожей и воздухом, а следовательно, и отведение тепла из тела (рис. 7).

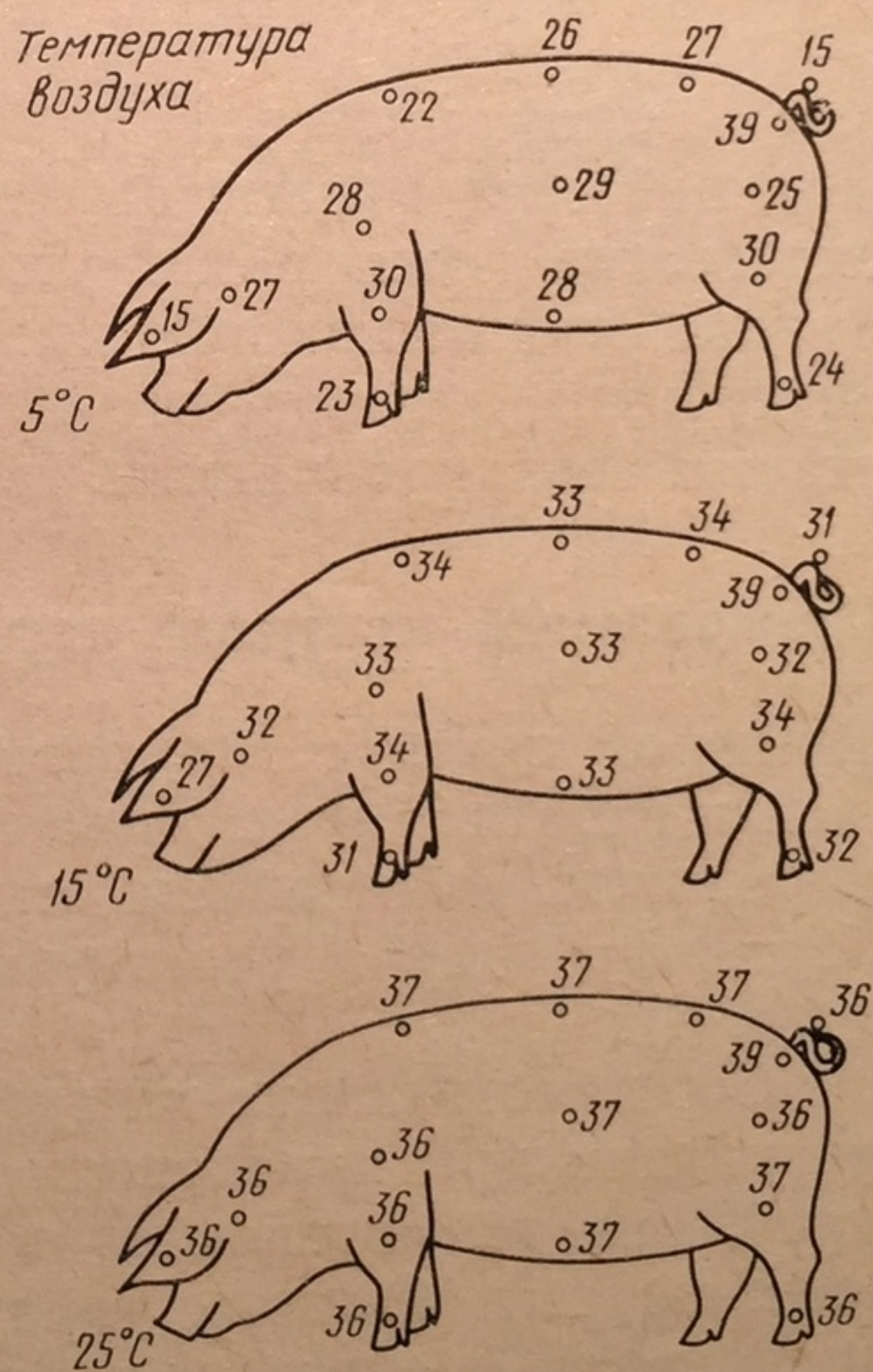


Рис. 6. Температура кожи и ректальная температура свиньи при различных температурах внешней среды [161].

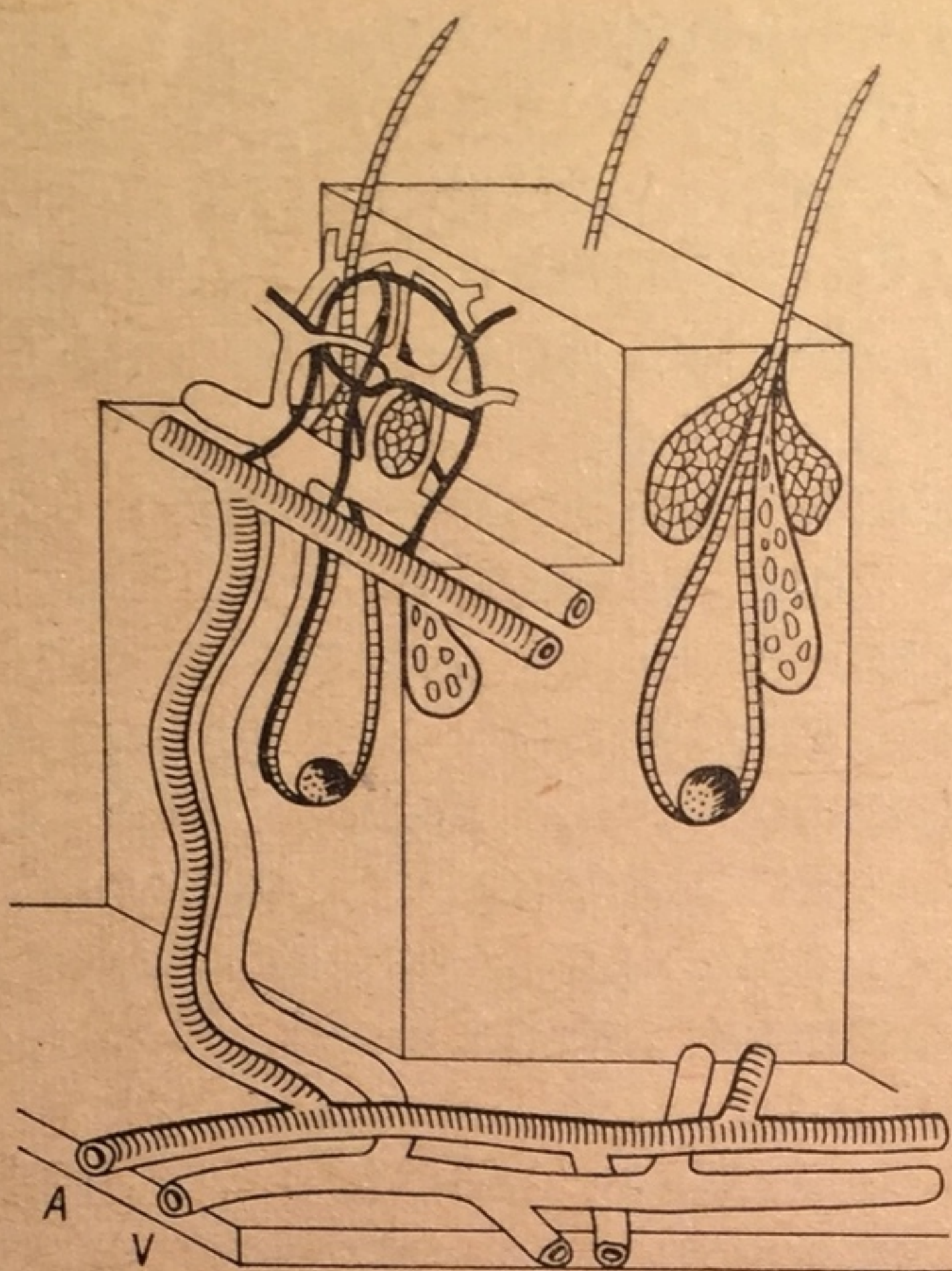


Рис. 7. Кровоснабжение кожи у крупного рогатого скота: А — артерии; V — вены [82].

Терморегуляции у крупного рогатого скота способствует и своеобразное строение сосудистой системы сосков и ушей [189]. Здесь артерии и вены соединяются друг с другом, образуя анастомозы, которые обеспечивают быстрое подведение большого количества крови в эти органы со слабой теплоизоляцией и, вероятно, играют важную роль в местной терморегуляции при низких температурах.

Кровоснабжение кожи регулируется вазомоторными центрами, расположенными в продолговатом и спинном мозге и подчиненными высшим цент-

рам в гипоталамусе. При повышении температуры окружающей среды выше границы нейтральной зоны кровоснабжение кожи резко усиливается. Одновременно частично ограничивается кровоснабжение мускулатуры и внутренних органов, что в незначительной степени снижает и теплопродукцию.

Центральный контроль терморегуляции

Тепловой центр с термостатической функцией расположен в гипоталамусе. Ядра задних отделов гипоталамуса управляют удержанием тепла и теплопродукцией, ядра переднего отдела участвуют в регуляции потерь тепла (рис. 8).

Соответствующие импульсы приходят в центр терморегуляции при изменениях температуры крови и раздражении терморецепторов кожи. Если кровь холоднее, активируется область, управляющая удержанием тепла, и тогда либо ограничиваются потери тепла, либо увеличивается теплопродукция. Если же кровь теплее, то активируется область, которая управляет теплоотдачей. Подобным же способом оба центра стимулируются

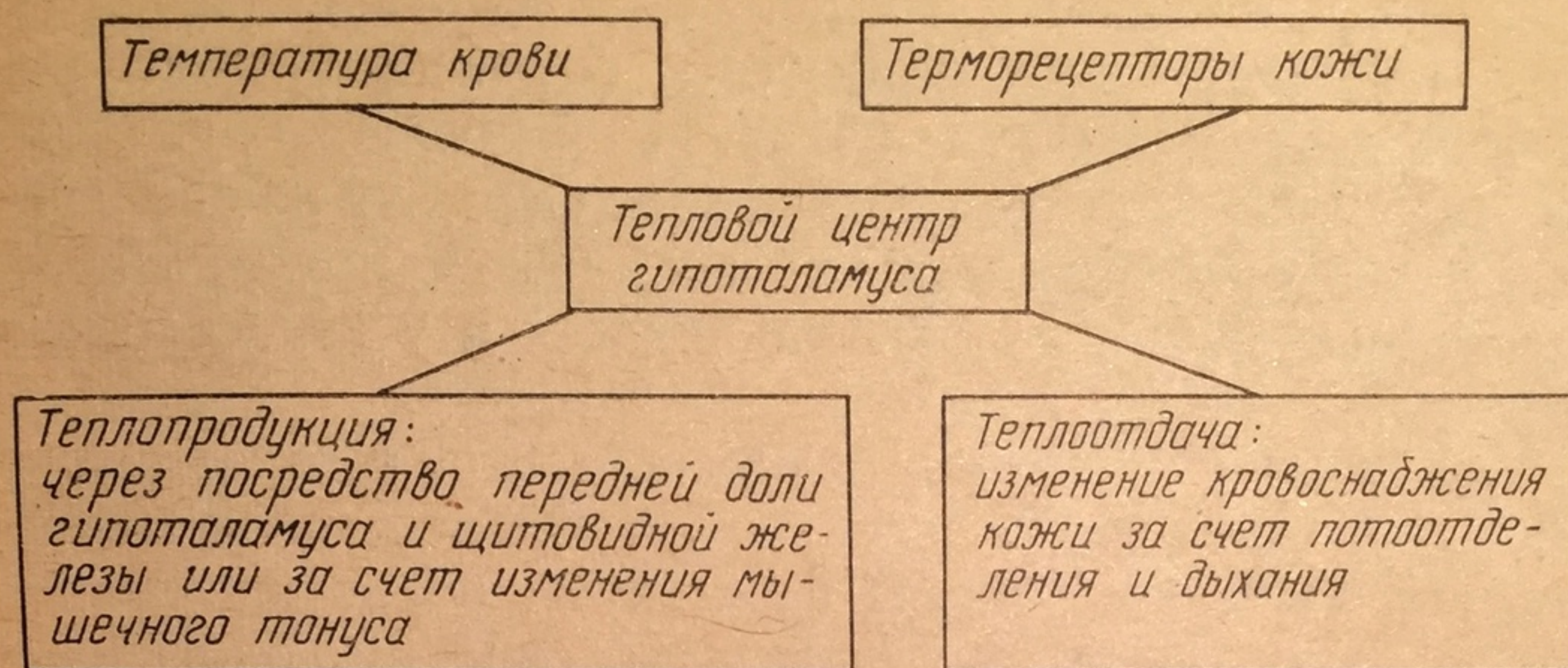


Рис. 8. Схема терморегуляционной активности гипоталамуса.

импульсами, идущими от рецепторов кожи. Очевидно, отношения между этими центрами антагонистические: когда один из них активируется, другой угнетается. Центры осуществляют свое влияние через периферические нервы или через железы внутренней секреции [101, 129].

АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ ПИТАНИЯ

Важнейшим компонентом условий среды является питание, так как все вещества в тканях тела в конечном итоге строятся из поглощаемой животными пищи. Адаптация к условиям питания выражается в поддержании равновесия электролитов и мобилизации ресурсов организма для поддержания его функций (в том числе лактации и развития плода).

Адаптация к условиям питания может быть следствием ограничений, обусловленных климатическими и экологическими влияниями. Например, почва и вода в тропиках содержат заведомо мало кальция, который вымывается муссонными дождями. По этой причине кальция мало и в кормах (местных). С этим связана низкая концентрация кальция и в сыворотке крови. Однако тропические животные, видимо, хорошо переносят недостаток кальция, не воспринимая это как неблагоприятное влияние.

Химические реакции, происходящие в организме в ходе обмена веществ, осуществляются при помощи биокатализаторов, которые называются ферментами, или энзимами. Образование некоторых ферментов тесно связано с питанием. Например, у молодых животных,

для которых главным компонентом корма является молоко, в тонкой кишке образуется фермент лактаза, расщепляющий молочный сахар. У взрослых животных, которые не питаются молоком, этот фермент не образуется. Если же в рационе вновь появляется молочный сахар, образование лактазы начинается и у взрослых животных.

Образование определенных ферментов в ответ на специфику состава пищи известно у большого числа микроорганизмов. В отличие от ферментов, образующихся в клетке независимо от внешних условий, биологически активные вещества, образование которых зависит от субстрата, называются адаптативными ферментами.

Некоторое время организм может существовать и при недостатке питательных веществ. Если же организм (частично или полностью) не получает некоторых важных питательных веществ, говорят о недоедании, неполном голодании, частичном или полном голодании. Полное голодание развивается в том случае, когда в течение определенного времени организм не получает никакого питания (например, при болезнях желудка) и вынужден расходовать вещества своих собственных тканей. В первую очередь он использует для этого вещества, наименее необходимые для своей жизнедеятельности. Это главным образом запасные вещества — гликоген, резервный жир, далее начинает использоваться жир органов, однако большее количество жира сохраняется в органах (например, в глазах) и после голодной смерти. В последнюю очередь для восполнения энергетических потребностей начинают расходоваться белки организма. В целом порядок расходования таков: углеводы, жиры, белки. Из белков в первую очередь расходуются белки органов, которые не являются крайне необходимыми для сохранения жизни, как мускулатура туловища и конечностей. Почти совсем не расходуются при голодании пластические вещества мускулатуры пищеварительного аппарата, легких и сосудов, а также нервной системы. В критических ситуациях потери при голодании распределяются между органами в следующем порядке: больше всего расходуется жир органов, в меньшей степени — ткани селезенки, печени и почек и минимально — ткани нервной системы и сердца. В этих случаях количество жира может сократиться до 3% его первоначального количества [198].

ВОДНЫЙ БАЛАНС

Протоплазма клеток представляет собой коллоидный раствор, в котором вода связана гидрофильными белками. Реакции в организме могут протекать лишь в том случае, если молекулы и ионы находятся в водном растворе. Недостаток воды приводит к нарушениям жизненных процессов гораздо быстрее, чем голодание.

В организме различают внутриклеточную и внеклеточную жидкость. Внеклеточные пространства заполнены плазмой крови и жидкостью межклеточных пространств. Жидкость межклеточных пространств обеспечивает поддержание равновесия между плазмой крови и внутриклеточной жидкостью, которая более чувствительна к потерям воды, чем межклеточные пространства.

При недостаточном поступлении воды или при повышенном ее выведении организм пытается в первую очередь компенсировать повышение концентрации крови вследствие уменьшения объема плазмы. Чрезмерное уменьшение объема межклеточной жидкости приводит к переходу воды из внутриклеточных пространств в межклеточные. При дальнейшем иссушении повышается концентрация жидкостей во всех тканях и межклеточных пространствах.

Организм компенсирует недостаток воды уплотнением консистенции экскрементов и повышением концентрации мочи. Вода не только потребляется животными с кормом, но и образуется эндогенно при окислительном распаде углеводов, жиров и белков. Из 100 г сахара образуется воды 55 г, из 100 г белков—41 г, а окисление 100 г жира освобождает 107 г воды. Отсюда понятно, что жир, накопленный в горбе верблюда, служит мощным резервуаром воды.

Однако организм может приспособиться и к повышенному потреблению воды. У молодых животных избыточное количество жидкости выводится почками в течение 4—5 часов, у животных старшего возраста этот процесс протекает значительно медленнее.

В регуляции водного баланса участвуют некоторые минеральные вещества. Хлористый натрий вызывает накопление воды (особенно во внеклеточных пространствах) и тормозит ее выведение. Удержанию воды способствует и повышенная щелочность жидкостей тела [129].

Гормональная регуляция водного баланса происходит при участии антидиуретического гормона (АДГ), вырабатываемого задней долей гипофиза, и альдостерона — одного из продуктов коры надпочечников. АДГ повышает обратное всасывание воды в почках, а альдостерон — обратное поглощение натрия. Секреция АДГ регулируется рефлексорно с помощью рецепторов, расположенных в стенке внутренней сонной артерии: когда осмотическое давление плазмы повышается, повышается секреция АДГ и степень реабсорбции воды в почках. При падении осмотического давления плазмы процесс будет идти в противоположном направлении [106].

СЕРДЦЕ И КРОВООБРАЩЕНИЕ

В физиологической адаптации животных очень важную функцию выполняют сердце и сосудистая система, которые не только обеспечивают питание тканей и выведение продуктов распада обмена веществ, но и имеют значение для гормональной регуляции и для теплового баланса.

Кровь циркулирует в теле благодаря работе сердца, которое своими непрерывными сокращениями удерживает ее под давлением. Распределение крови между отдельными органами зависит от их функций. В целом можно сказать, что кровообращение работает на режиме экономии, причем отдельные органы получают ровно столько крови, сколько им требуется для выполнения своих функций. Однако при функциональной нагрузке какого-либо органа его кровоснабжение с помощью регуляционных механизмов может быть в зависимости от потребности увеличено во много раз.

Если исходить из относительной массы органа (по сравнению с массой всего тела), то наибольшее количество крови, циркулирующей в организме, падает на кровоснабжение сердца, мозга и почек [129]:

сердце	10 %
мозг	15 %
почки	20—25 %
пищеварительный аппарат	10—20 %
кожа и мускулатура	25—35 %

Наибольшие колебания в кровоснабжении наблюдаются в пищеварительных органах, мускулатуре и коже. При интенсивной физической работе во много раз

Рис. 9. Соотношение частоты пульса

повышается при физической нагрузке и к концу беременности количество крови, перекачиваемой сердцем, увеличивается. Сердце при физической нагрузке перекачивает больше крови, чем в состоянии покоя. При физической нагрузке частота пульса увеличивается. При физической нагрузке частота пульса увеличивается. При физической нагрузке частота пульса увеличивается.

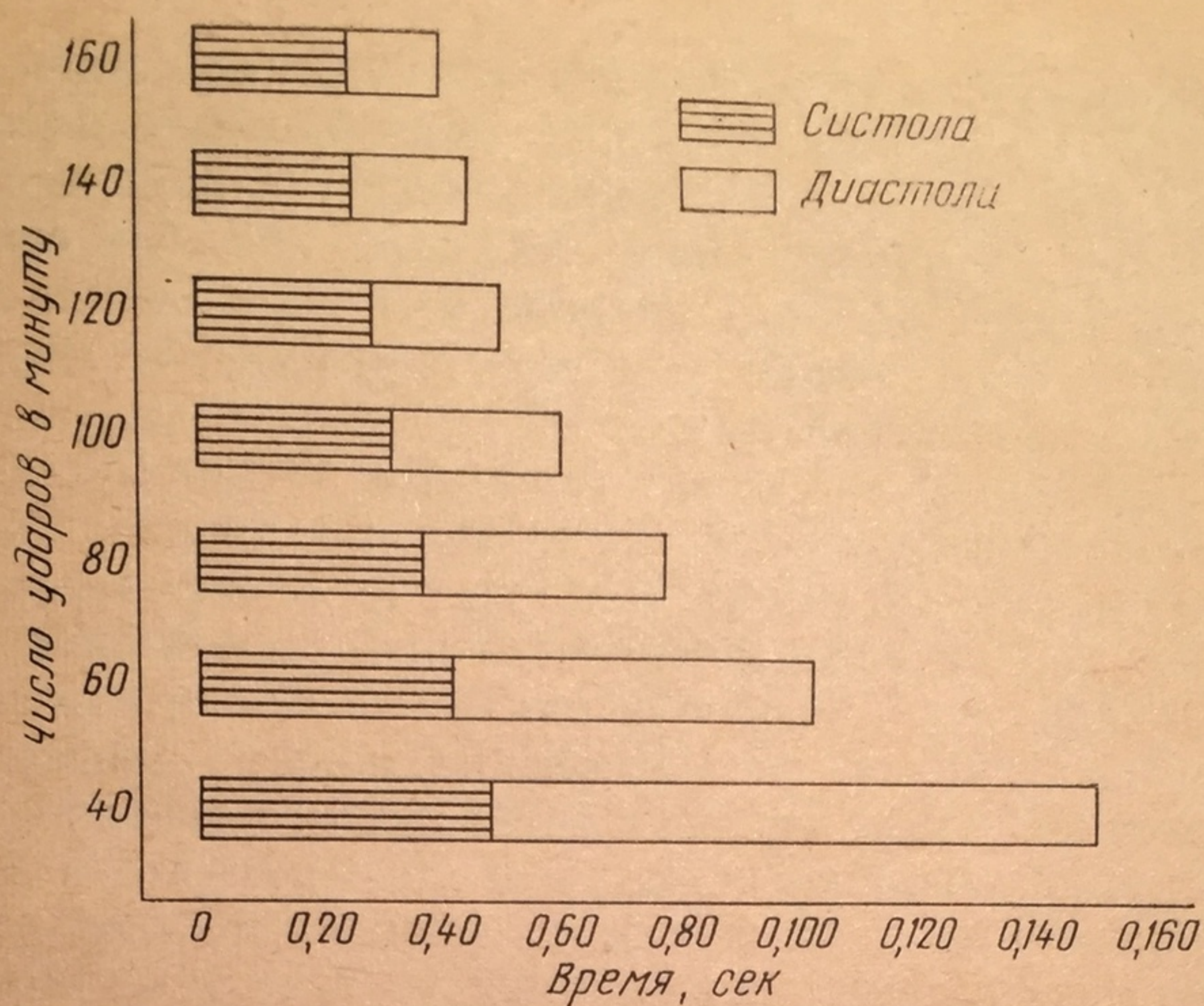


Рис. 9. Соотношение между систолой и диастолой при различной частоте пульса у крупного рогатого скота (по Кольбу, изменено).

повышается кровоснабжение поперечнополосатой мускулатуры, а при пищеварении — кровоснабжение желудка и кишок. Кровоснабжение кожи зависит в первую очередь от наружной температуры.

Большой нагрузкой для кровообращения является беременность. В период беременности большое количество крови используется для питания плаценты. Секреция молока требует интенсивного кровоснабжения тканей вымени.

Сердце способно реагировать на повышенные нагрузки повышением пропускной способности. При ускорении пульса укорачивается фаза отдыха (диастола) и меняется соотношение между фазами работы и отдыха (рис. 9). Для надлежащего приспособления работы сердца к функциональным требованиям кровообращения функция сердца и сосудов регулируется вегетативными центрами, расположенными в продолговатом мозге.

Важнейшее значение для кровообращения имеет тесная связь между функцией сердца и состоянием сосудистой системы. Повышенное сопротивление движению крови при сужении артерий или снижении их эластичности предъявляет к функции сердца повышенные

требования. С другой стороны, расширение больших капиллярных участков тормозит возвращение крови к сердцу и в тяжелых случаях приводит к работе сердца вхолостую (коллапс). Связь между функциями сердца и сосудов обеспечивается посредством нервной системы, причем в регуляции участвуют и соответствующие центры в продолговатом мозге.

Сердечная мускулатура обладает большими приспособительными возможностями. Более сильный приток крови к сердцу вызывает большое растяжение мышечных волокон сердца и повышение его пропускной способности. Однако эти приспособительные возможности безграничны. Чрезмерное растяжение может привести к постепенной утрате сердцем способности адаптироваться к экстремальным нагрузкам и в конечном итоге к его расширению (гилертрофии). С физиологической гипертрофией сердца мы встречаемся у тех животных, к кровообращению которых предъявляются очень высокие требования, например у охотничьих собак или скаковых лошадей.

При повышенных требованиях к обмену веществ ускоряется поступление питательных веществ и энергии с кровью. Из опытов на молочном скоте известно, что в период стельности частота пульса повышается. Во время лактации пульс также несколько учащается, что связано с необходимостью интенсивного кровоснабжения молочной железы. В состоянии беспокойства частота пульса у животных обычно повышается из-за возбуждения симпатической нервной системы.

При повышении наружной температуры повышается и интенсивность работы сердца, в результате чего периферические сосуды начинают лучше снабжаться кровью, увеличивая теплоотдачу. Учащение пульса отмечается и при лихорадке.

Во время приема корма пульс обычно учащается, а по окончании пищеварения вновь возвращается к норме. При длительном голодании пульс замедляется, и кровообращение переходит на более экономный режим.

АДАПТАЦИЯ ПОВЕДЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Очень эффективным элементом адаптации к внешним влияниям является способность животных приспособлять свое поведение к меняющимся условиям среды.

Этим способом
соперников и вра
приятных климат
ют себя кормом.
благодаря полов
вида. Придержи
в данной ситуац
ного протекания
реакций. Правд
свое поведение т
рых они имеют
физиологическое
плавать могут т
способленные к
иной корм они
приспособленны
аппарат.

Тот факт, что
ливать свое по
объяснить двум
способы поведе
тому целый ря
бы встроенным
ческой констит
ным свойством
которые позво
тенденцию ле
и пыльцу. Та
тами. Инстин
постепенно, к
отбор модифи
чтобы оно лу
ния вида. Им
зуюм понятие
лесообразност
ется из покол
Другая ст
ния состоит в
денных и нас
вотное облад
поведение по
делять, какие
соответствии
Инстинкт

Этим способом животные обеспечивают себе защиту от соперников и врагов, от паразитов, болезней и неблагоприятных климатических условий, а также обеспечивают себя кормом, уклоняются от различных стрессов и благодаря половому поведению обеспечивают сохранение вида. Придерживаясь целесообразной линии поведения в данной ситуации, они создают предпосылки нормального протекания многих внутренних физиологических реакций. Правда, животные могут приспособлять свое поведение только в том спектре условий, для которых они имеют соответствующее морфологическое и физиологическое «обеспечение». Например, летать или плавать могут только те животные, которые имеют приспособленные к этому конечности; потреблять тот или иной корм они могут только в том случае, если имеют приспособленный к данному корму пищеварительный аппарат.

Тот факт, что животным удается успешно приспособлять свое поведение к данным условиям среды можно объяснить двумя группами причин. Во-первых, многие способы поведения являются у них врожденными, поэтому целый ряд необходимых реакций оказывается как бы встроенными в нервную систему как часть генотипической конституции вида. Так, пчела обладает врожденным свойством к образованию крыльев и мускулатуры, которые позволяют ей летать. Она имеет и врожденную тенденцию летать от цветка к цветку и собирать нектар и пыльцу. Такие реакции обычно называются инстинктами. Инстинктивное поведение развивалось так же постепенно, как и черты строения вида, а естественный отбор модифицировал это поведение таким образом, чтобы оно лучше всего отвечало условиям существования вида. Именно об этом идет речь, когда мы используем понятие «память вида». Инстинкт как свойство целесообразности поведения в данных условиях передается из поколения в поколение [164].

Другая сторона эффекта приспособленности поведения состоит в том, что даже при небольшом числе врожденных и наследственно фиксированных реакций животное обладает способностью модифицировать свое поведение по мере накопления опыта. Оно учится определять, какие реакции дают наилучшие результаты, и в соответствии с этим меняет свое поведение.

Инстинкт и обучение совместно обеспечивают высо-

кую приспособительность поведения: инстинкт — благодаря отбору, который осуществляется на протяжении истории вида, а обучение — благодаря отбору на протяжении жизни особи.

За счет искусственного отбора у некоторых домашних животных развилась способность вести себя в определенных обстоятельствах совершенно определенным образом. Так были выведены породы крупного рогатого скота для боя быков, породы лошадей для скачек и бегов или собак для пастбы овец или для охоты, причем собаки одних пород делают стойку, а другие преследуют добычу на больших расстояниях.

ЗАЩИТА ОТ ВРАГОВ

Приспособления к защите от врагов очень разнообразны у разных видов животных. Животные, у которых хорошо развиты органы движения, чаще всего спасаются бегством (зайцы, олени, серны, птицы). Напротив, животные, обладающие менее эффективными морфологическими приспособлениями к бегству, заметив врага, становятся совершенно неподвижными и плотнее прижимаются к земле или к ветке, чтобы по возможности остаться незамеченными. Одни виды снабжены специальными приспособлениями, отпугивающими врагов, например, различными железами, из которых они выпускают жидкость с резким неприятным запахом. Другие втягивают уязвимое тело в раковину (моллюски) или свертываются в клубок, уходя под защиту колючек (еж). Очень осторожно ведут себя животные в период выхода из состояния малоподвижного и беззащитного потомства. Они устраивают гнезда или берлоги в незаметных и неприступных местах, а в случае острой опасности мать, часто рискуя жизнью, отвлекает внимание хищника на себя и уводит его от гнезда.

ПОИСКИ КОРМА И ВОДЫ

Поиски пищи — один из важнейших моментов в поведении животных. Поведение, связанное с активным добыванием корма, можно наблюдать в основном у диких или полудиких форм, а также у тех одомашненных животных, которые большую часть года живут на свободе.

Крупный рогатый скот и овцы пасутся 4—5 раз на протяжении суток. Самый длительный период пастбы — утром, следующий за ним — после полудня. Последний заканчивается незадолго до сумерек. При высоких дневных температурах животные относительно дольше пасутся ночью. Расстояния, которые они проходят при пастбе, зависят от климатических условий, рельефа местности, вида и породы животных. В странах, где количество осадков крайне изменчиво, вегетация растительности имеет сезонный характер, поэтому животные в поисках корма часто вынуждены преодолевать большие расстояния. Мы пока еще знаем немного о том, какими механизмами животные руководствуются в этих условиях при поисках корма.

Различия между породами зависят от условий, в которых эти породы формировались. Горные породы гораздо лучше приспособлены к большим перемещениям в поисках корма по гористой и каменистой местности, чем, например, черно-пестрый скот, который происходит из приморских равнин. Браманский скот пасется дольше и разыскивает корм на более обширных площадях, чем европейские породы. Помеси крупного рогатого скота с бизоном проводят на пастбище и зиму и способны выдерживать сильные бураны.

В выборе корма важная роль принадлежит органам чувств: осязанию, обонянию и вкусу. На пастбище животные выбирают различные виды кормов, руководствуясь не только видовой принадлежностью растений, но и степенью их зрелости. При этом они ориентируются на такие свойства растений, как их запах, внешний облик, химический состав и содержание воды, жесткость и содержание клетчатки, степень облиственности и т. д. Сельскохозяйственные животные отвергают корм, загрязненный их собственными экскрементами и мочой. В то же время в качестве одного из факторов, которым приписывается важная роль в процессе одомашнивания северного оленя, рассматривается привычка этих животных подходить к человеческому жилью и лизать снег, имеющий соленый вкус от человеческой мочи. Этим северный олень восполнял недостаток натрия в своей обычной пище. Дентон и Сабин [65] установили, что овцы, в рационе которых дефицит натрия, в первую очередь выбирают виды растений с высоким содержанием ионов натрия, даже в том случае, если в нормальных

условиях эти растения не относятся к числу предпочитаемых.

Свиньи имеют хорошо развитое обоняние, а строение их рыла прекрасно приспособлено к поискам червей, корней и других почвенных кормов. Эту их способность можно искусственно усовершенствовать и сделать вполне целенаправленной. Например, в одной из областей Франции свиней дрессируют для поисков трюфелей в почве.

Прием воды в основном диктуется темпом ее потери, которая, в свою очередь, зависит от температуры воздуха и ряда других факторов. При одинаково высокой температуре и потреблении одного и того же количества сухого вещества корма европейский скот пьет больше, чем браманский. Различные виды имеют различные приспособительные механизмы на случай временного недостатка воды.

Животные, обитающие в пустынях, очень эффективно используют метаболическую воду, сокращая до минимума испарение влаги и чрезвычайно повышая концентрацию мочи.

У пород, которые большую часть времени находятся в помещении, обеспечение кормом также является ведущим моментом поведения. При групповом содержании крупного рогатого скота или свиней наибольшее число драк и конфликтов между отдельными особями приходится как раз на время кормления. Более сильные животные отвоевывают себе лучшие места и отгоняют более слабых от кормушек. У свиней более жизнеспособные поросята сразу после рождения захватывают передние соски с наибольшим количеством молока. Кормлением можно искусственно стимулировать способность животных запоминать определенные действия. Например, коровы гораздо охотнее идут в доильный зал, если во время доения им скармливают концентраты. Они также очень быстро обучаются пользоваться автоматическими поилками, а свиньи — дозаторами при самокормлении влажным кормом.

Регуляция приема корма и воды

Вкус, чувство голода, сытости и жажды — все это функции центральной нервной системы, которые влияют на поведение животных, связанное с приемом корма и во-

ды. Нейрофизиологическая система регуляции пищевой активности управляется гипоталамусом, а также другими элементами нервной системы и особыми «предохранительными механизмами». Латеральную часть гипоталамуса называют «центром приема корма», а вентромедиальную¹ — центром сытости» [5,241]. У кошки стимуляция латеральной части гипоталамуса электрическим током значительно повышала суточный прием пищи в дни стимуляции, стимуляция же вентромедиальной области приводила к снижению потребления корма.

В гипоталамусе расположены центры, контролирующие прием воды. Хотя эти центры локализованы в той же области, что и центр приема корма, функционируют они отдельно и независимо друг от друга. Клетки, ведающие изменениями концентрации жидкостей тела, называются осморецепторами. Осморецепторы, управляющие интенсивностью приема воды и ее выведения почками, локализованы, по-видимому, в передней части гипоталамуса и (подобно прочим осмочувствительным элементам, расположенным в других местах) находятся под контролем нервной системы. Осморецепторы принимают участие и в регулировании приема корма, поскольку состав и количество съеденного корма также влияет на концентрацию жидкостей тела и обуславливают изменения осмотического давления [88].

Поведение животных с целью регуляции температуры

Животные активно приспосабливаются к колебаниям температуры внешней среды, используя при этом соответствующие типы поведения. Они разыскивают участки, защищенные от солнечного излучения, холода, ветра и дождя, изменяют темп потребления корма и воды, отдают предпочтение или дневной, или ночной активности. Центры терморегуляции расположены в гипоталамусе, а изменениями поведения ведает центральная нервная система [16].

Вообще говоря, животные стремятся находить такой микроклимат, который наиболее благоприятен для них в данное время. Обитатели гор пользуются горными

¹ Латеральная — срединная, вентромедиальная, — расположенная в нижней части сбоку. — Прим. ред.

утесами как естественными ветроломами; одомашненные животные ищут для этой цели деревья и хозяйственные постройки. Овцы в периоды отдыха между пастбой активно разыскивают тень, а не найдя ее, отворачиваются от солнца, наклоняют голову к земле, перестают двигаться и собственными телами создают тень, куда могут спрятать голову. Меняя позу, животные могут изменить и эффективную поверхность теплообмена между телом и средой.

Зимой животные съеживаются, максимально уменьшая поверхность тела, а при желании охладиться, напротив, вытягиваются во всю длину и тем самым создают условия для отведения избыточного тепла посредством излучения и проведения.

Млекопитающие, обитающие в пустыне, избегают теплового стресса, отыскивая корм ночью и прячась днем в подземных норах. Верблюды, не имея возможности найти укрытие, отворачиваются от солнца таким образом, чтобы как можно меньшая часть поверхности тела подвергалась прямому солнечному облучению. Животные с голой кожей, например свиньи, при высоких температурах ищут тенистые и влажные места и валяются в лужах, болотинах или в местах, влажных от мочи и экскрементов. Если почва мягкая, они разрывают ее и ложатся на более холодные, выброшенные снизу слои почвы.

У разных пород одного и того же вида реакция на тепловой стресс бывает различной. Европейские породы крупного рогатого скота не меняют своего поведения с целью терморегуляции при температурах от 2 до 21°C, а браманский скот — от 10 до 27°C. Из европейских пород джерсейский скот лучше переносит жаркую погоду, чем голштинский.

Центр терморегуляции не у всех видов животных хорошо развит с момента рождения. Например, новорожденные жеребята или телята хорошо переносят действие холода или жары. Наоборот, у других видов животных, которые живут в гнездах и детеныши которых слепы и голы (кошки, крысы, мыши), тепловой центр приобретает окончательную способность функционировать постепенно, в течение первых 14 дней. Здесь любопытно наблюдать поведение родителей, которые сами обеспечивают детенышам необходимые условия температуры. Они выстилают гнезда мягкой травой и собст-

венной шерстью и согревают детенышей своим телом. Это поведение родителей позволяет детенышам пережить такие условия, в которых они в противном случае неминуемо бы погибли.

Свиньи в холодную погоду лежат на брюхе, прижавшись друг к другу, и поддерживают температуру тела, защищая от холода его нижнюю поверхность. В жаркую погоду они ложатся поодаль друг от друга на бок, повернувшись мордой против ветра, что способствует более быстрому испарению влаги. Пушные звери, а также крупный рогатый скот, лошади и птицы при низких температурах взъерошивают шерсть или перья с помощью особых мышц в коже и таким образом создают вокруг себя теплоизоляционный воздушный слой. Чем более оттопырены перья или шерсть, тем больше их основания давят на кожные сосуды, благодаря чему кожа отдает меньше тепла. При этом животные поворачиваются головой навстречу ветру, чтобы мех или перья сохраняли воздушный покров, а ветер не выдувал теплый воздух.

Животные очень быстро научаются видоизменять свое поведение для обеспечения благоприятных температурных условий. Это показано экспериментально в специальном боксе, где нажатием педали можно было включать источник тепла. Свиньи очень быстро научились нажимать рылом педаль, и по мере снижения температуры в боксе частота нажатия увеличивалась [88].

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ

Всякая биологическая система, будь то клетка, организм или целая генетическая популяция, имеет системные приспособительные механизмы, с помощью которых она поддерживает свое существование. Процессы, которые обеспечивают способность популяции приспособительно менять свою генетическую структуру под действием различных факторов среды, носят название генетического гомеостаза.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ГОМЕОСТАЗ ПОПУЛЯЦИИ

Согласно Лобашеву [157], основами генетического гомеостаза в популяции являются гетерозиготность, полиморфизм и определенный темп и направление мутацион-

ного процесса. Популяция содержит огромное количество различных рецессивных мутаций и хромосомных перестроек, концентрация которых меняется в зависимости от величины популяции, внешней среды и скорости мутационного процесса. Обилие мутаций в популяции обеспечивает резерв изменчивости. При изменении внешней среды и направления отбора резерв рецессивных мутаций позволяет популяции за короткое время приспособиться к измененным условиям посредством изменения своей генетической структуры. Гетерозиготные особи в популяции придают ей адаптационную пластичность. Кроме того, они, как правило, более жизнеспособны, чем гомозиготные особи. Они имеют более широкую норму реакций генотипа и, следовательно, обладают более широкими адаптационными возможностями по сравнению с гомозиготами. Все это обеспечивает гетерозиготам преимущества перед лицом естественного отбора.

Другим адаптационным механизмом, который обеспечивает целостность популяции как единой системы, является генетический полиморфизм. Полиморфизм выражается в существовании внутри популяции многих генотипов, которые имеют различные признаки, а иногда и выполняют различные функции. Простейшим примером полиморфизма является разнополость особей в популяции. Это явление возникло в ходе эволюции как специальный адаптационный механизм, который гарантирует комбинативную изменчивость и гетерозиготное состояние популяции.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ АДАПТАЦИИ

Каков же генетический механизм адаптации особей? Каким способом факторы среды регулируют развитие признаков?

Согласно классическому представлению об адаптации, живое вещество пассивно переходит к такому способу существования, к какому его принуждает окружающая среда. Однако оно делает это лишь в том случае, если имеет подходящую для этого структуру. Особи, случайно обладающие подходящей комбинацией генов, выживают и передают эту комбинацию потомству. Но в таком случае, это означало бы выживание лишь сравнительно небольшого числа особей, что теоретически

должно было бы приводить к генетическому однообразию. Генетическая изменчивость была бы мала, и большинство особей было бы гомозиготными.

Однако вопреки ожиданию генетический фонд каждой популяции очень разнообразен. За исключением идентичных близнецов, в популяции со свободным скрещиванием не бывает двух одинаковых генотипов. Число возможных генотипов во много раз превосходит возможное число особей какой бы то ни было популяции или какого бы то ни было вида. Отбор благоприятствует полезным генам, однако это ведет не к генетической однородности, а к адаптивной норме, к формированию генотипов, способных приспособиться ко всему многообразию условий среды (например, к климатическому стрессу, болезням и т. п.) [244].

Теперешнее поколение биологов стремится объяснить адаптацию и развитие на основании изучения мельчайших частиц живого вещества, выяснить, как они совместно реагируют и как совместно определяют пути эволюции. Клетка представляет собой совокупность взаимодействующих систем, которые образуют метаболическое целое и функционально зависят друг от друга. В еще большей степени это относится к высшим организмам. Чем сложнее строение, тем больше взаимодействующих систем. Таким образом, живое вещество бесконечно и неисчерпаемо не только во времени, но и во всем диапазоне своей изменчивости. Изменчивость и отбор являются главными причинами эволюции живых существ.

Мутации. Это один из главных источников генетической изменчивости. Спонтанные генетические мутации появляются постоянно. Они могут возникнуть в половых клетках при гаметогенезе, так что фенотипический эффект проявится у потомства, или в соматических клетках, и тогда одни части тела будут отличаться от других рядом вновь приобретенных свойств. Способность к мутациям может возрастать или снижаться под влиянием внешних факторов, например температуры. Степень мутабельности зависит и от генотипа (в частности, от влияния генов друг на друга) и от внутренней среды, в которой существуют клетки [111].

Однако гены мутируют сравнительно редко. Кроме того, лишь около 1% мутаций оказываются благоприятными и сохраняются в популяции. Подавляющее большинство мутаций вредны и элиминируются. В исключи-

тельных случаях мутант по тем или иным качествам превосходит родителей. Таким образом, реальный позитивный эффект приносит лишь ничтожная часть мутаций. Чтобы из благоприятно мутировавших особей образовалась новая «адаптированная популяция», потребовалось бы бесконечно долгое время. И уж определенно невозможно, чтобы мутации в ходе развития могли обусловить такой скачок, как появление нового вида или новой породы. Если бы отбор был вынужден базироваться только на мутациях, да еще при этом устранять неудачные, то для возникновения такого множества форм животных, какое мы знаем сегодня, не хватило бы и трех миллиардов лет¹. Мутациями невозможно объяснить быстрое приспособление многих видов к меняющимся условиям жизни. Быстрое появление устойчивости у некоторых видов насекомых к инсектицидам или микробов к антибиотикам нельзя, например, приписать случайным мутациям. Маловероятно, чтобы появилась именно нужная мутация и чтобы она быстро распространилась в популяции благодаря отбору [51].

Активация генов. В соответствии с другой гипотезой предполагается, что генофонд популяции содержит гены, эффект которых становится благоприятным в новой среде и тем самым обеспечивает их носителям лучшее выживание. При обитании популяции в прежней среде эти гены находились в неактивном состоянии, в новой же они активировались и обусловили адаптацию многих особей. Эта гипотеза способна лучше объяснить, по крайней мере, быстроту адаптации. Но и она имеет большой недостаток. Трудно предположить, что природа создает про запас такие гены, которые могли бы понадобиться особи в новой среде, например в среде, искусственно созданной человеком [112].

Биохимия генов и ферментная адаптация. В последние годы на проблему генетического механизма адаптации пролили новый свет важные открытия в области биохимической генетики. Адаптивные изменения в генетической основе объясняются отклонениями в копировании генетической информации при делении клеток. Решающую роль в передаче генетической информации

¹ Имеется в виду, что возраст нашей планеты составляет около 3 млрд. лет. — *Прим. ред.*

играют две макромолекулярные системы: белки, представленные ферментами, и нуклеиновые кислоты — дезоксирибонуклеиновая (ДНК) и рибонуклеиновая (РНК). Молекула ДНК — это длинная цепь, в которой периодически чередуются остатки сахара и фосфата. К остаткам сахара присоединены пуриновые (аденин и гуанин) и пиримидиновые (цитозин и тимин) основания. Последовательность этих оснований обуславливает генетическую специфичность клетки, представляя собой так называемый генетический код. Он определяет, в каком порядке должны соединяться друг с другом отдельные аминокислоты и какой при этом должен образовываться белок.

Каждая молекула ДНК построена из двух спиральных цепей, комплементарных друг другу. При делении клеточного ядра эти цепи отделяются друг от друга, и каждая строит около себя новую парную цепь, идентичную прежней. Под влиянием определенных факторов могут произойти отклонения в этом процессе копирования, в силу чего возникают новые последовательности оснований, которые обуславливают изменения генетического кода (мутации) и изменения в фенотипе носителей данных мутаций¹.

Естественно, весь этот сложный и чрезвычайно важный процесс должен соответствующим образом направляться и контролироваться. Значительным шагом вперед в понимании регулирования активности генов была теория модели оперона Жакоба и Моно [104]. Согласно этой теории, вся совокупность генов делится на функциональные единицы — опероны. Каждая клетка в определенное время способна синтезировать определенный белок. Этот синтез обусловлен группой генов — опероном, который состоит из гена-регулятора и структурных генов². Остальные гены клетки находятся в момент такого синтеза в неактивном состоянии. Со структурного гена информация считывается информационной РНК. Последняя переходит на рибосому и служит там матрицей, по которой распределяются отдельные аминокисло-

¹ Эти изменения, которые и представляют собой мутации, в большинстве случаев как раз неадаптивны (см. С. Оно, Генетические механизмы прогрессивной эволюции. М., «Мир», 1973. — Прим. ред.

² Здесь авторами допущена неточность. См. Оператор в кратком словаре терминов. — Прим. ред.

ты. Перенос аминокислот осуществляется транспортными РНК (тРНК); каждая тРНК обладает способностью переносить из протоплазмы на рибосому только одну определенную аминокислоту. (Рибосомы — это субмикроскопические элементы клетки с высоким содержанием рибонуклеиновых кислот, способные синтезировать белки в соответствии с матрицей информационной РНК.)

Однако живая клетка должна обладать способностью не только к синтезу белка, но и к прекращению его синтеза. Это осуществляется двумя способами. При образовании ферментов, катализирующих процессы анаболизма (ассимиляции), ген-регулятор выделяет неактивный апорепрессор, и в рибосоме образуется белок согласно представленной информации. Как только накопится определенное количество метаболита, последний начинает действовать как корепрессор. Он активирует неактивный до сих пор апорепрессор, который действуя на оператор, останавливает образование информационной РНК на соответствующем структурном гене, и образование метаболита прекращается (репрессивная система). При образовании катаболических ферментов ген-регулятор выделяет активный репрессор, который влияет на оператор и тем самым прекращает синтез, если не имеется субстрата, который может расщепляться. При наличии субстрата репрессор дезактивируется и начинается образование фермента, которое продолжается до тех пор, пока не исчерпан субстрат. Как только субстрат исчерпан, вновь начинает образовываться репрессор, который, действуя на оператор, блокирует дальнейшее образование фермента (индукционная система). Оба процесса относятся к ферментным адаптациям. Они происходят очень быстро. В обоих случаях субстрат сам активирует обмен и управляет им.

Принцип избыточности генов. Хотя вышеописанный адаптационный механизм отличается большей скоростью и пластичностью, чем классические мутации¹, его все же нельзя использовать для объяснения механизма всех адаптаций. Харват [51] приписывает решающую роль

¹ Авторы ошибочно противопоставляют классическим мутациям отклонения в копировании генетической информации, описанные в предыдущем разделе. Это те же мутации с той лишь разницей, что их механизм более глубоко изучен на биохимическом уровне.—
Прим. ред.

«принципу избыточности» генов, а эволюцию определяет как результат «генной стратегии».

Хорошо известны избыточность продукции семян, рыбьей икры, яичек насекомых и даже сперматозоидов и яйцеклеток млекопитающих. Из 12—15 миллиардов нервных клеток, имеющих в головном мозге человека, функционируют далеко не все. В течение жизни изнашивается и погибает не менее миллиарда ганглиозных клеток, причем деятельность мозга нисколько от этого не страдает. Подобная избыточность элементов наблюдается и в других органах.

Таким образом, принцип избыточности очень важен для жизни. Весьма вероятно, что в процессе эволюции наследственная основа особей обогащалась новыми генетическими единицами. Это обогащение было не только количественным, но и качественным. Возникали все более сложные генотипы с увеличивающимся количеством информации. Большая часть генов находится в неактивном состоянии, но при изменении условий они могут активизироваться.

Функциональный резерв наследственности. Можно предполагать, что в избыточности генов заложен определенный функциональный резерв. Каракоз [112], основываясь на работах микробиологов, приводит пример из наблюдений за бактериями. Бактерии, развивающиеся на среде, содержащей глюкозу, не расщепляют молочный сахар (лактозу). Однако когда они попадают в среду, которая содержит только лактозу, то через определенное время начинают вырабатывать ферменты, расщепляющие молочный сахар. Это так называемая ферментативная индукция. Отсюда можно предположить, что и для регуляции биосинтетических процессов характерна функциональная избыточность, которая обеспечивает надежность этого процесса.

Новая функциональная активность обуславливает отклонения в проявлении внешних свойств организма. Эти отклонения связаны с определенными внешними воздействиями, которые их, собственно, и вызвали. Когда изменяются условия (например, условия содержания), новые внешние факторы могут изменить биохимию внутренней среды таким образом, что это повлечет за собой активацию части генного резерва, проявление новой функциональной активности генотипа и изменение проявления фенотипических свойств. Возвращение

в прежние условия вызовет инактивацию этой части генного резерва, и фенотип вновь возвратится к прежнему состоянию.

Надо сказать, что такие фенотипические изменения не передаются по наследству. Однако они связаны с генетической структурой и, следовательно, имеют генетический характер, даже если после возвращения в прежнюю среду реализуется первоначальный фенотип. Безусловно, эти изменения очень важны с точки зрения отбора. Ведь естественный отбор имеет дело в первую очередь с фенотипом, а не с генотипом. Новый генотип возникает только в результате отбора предпочитаемого фенотипа. Для адаптивного развития решающим является не генотип, а способность генотипа реализовать определенный фенотип.

Однако геном нельзя представлять себе как скопление случайно собранной информации. Гены непрерывно взаимодействуют. Они связаны системой множественных связей, в том числе обратных — положительных и отрицательных. Фенотипический эффект каждого гена контролируется другими генами. Это приводит к тому, что генетическая среда (комплекс генов) уже сама по себе может изменять фенотипический эффект каждого гена в том или ином направлении и в ряду преемственных поколений.

В новом понимании генотип представляет собой определенную возможность реализации. Это динамическая система, которая в связи с внешними (эпигенетическими) факторами реализует проявление фенотипа. Один и тот же генотип в разной среде реализует разные фенотипы. Теоретически совокупность всех фенотипов, которые способен реализовать генотип, можно назвать номотипом. Следовательно, адаптационная способность особи будет зависеть от широты номотипа, от генного запаса (функционального резерва) генотипа.

АККЛИМАТИЗАЦИЯ

Благодаря определенной специфике, акклиматизация среди адаптаций занимает самостоятельное положение. При акклиматизации речь идет всегда о целом комплексе факторов, к которым должно приспособиться животное, перенесенное в новую для него жизненную среду, и которые надолго, часто в течение многих поколений, бу-

дут определять
тивность. Аккли
хотя и огранич
вать в холодн
онах. Этим од
их дальнейш
обсуждений а
на приспособ
факторов (те
было бы непр
том. Нужно с
такие, как ха
и образа жи

В целом
ные облада
Если между
определяют
По способно
ет собака и
Акклиматиз
тальных тр
от основно
стбищ и об
висит от то
тения отли
акклиматиз

Проце
пени за
ких ос
лер [19
шинстве
кие и сре
шансов,
с акклим
лее высо
мелких
терморег
родине и
ловия дл
можно с
когда ре

¹ Это
фактическ

дуг определять его образ жизни и влиять на его продуктивность. Акклиматизация дает животным определенную, хотя и ограниченную возможность нормально существовать в холодных, жарких, сухих или высокогорных районах. Этим одновременно определяется и возможность их дальнейшего географического расселения. И хотя при обсуждении акклиматизации наибольший упор делается на приспособление ко всей совокупности климатических факторов (температура, осадки, атмосферное давление), было бы неправильно ограничиваться одним этим аспектом. Нужно обращать внимание и на другие факторы, такие, как характер местообитания, специфика питания и образа жизни [146].

В целом можно сказать, что наши домашние животные обладают высокой способностью к акклиматизации. Если между отдельными видами есть различия, то они определяются главным образом способами их питания. По способности к акклиматизации первое место занимает собака и второе — свинья как всеядное животное. Акклиматизация крупного рогатого скота, как и остальных травоядных, в значительной степени зависит от основного корма, главным образом от характера пастбищ и объемистых кормов. Успех акклиматизации зависит от того, в какой мере предлагаемые кормовые растения отличаются от растений, которые были на родине акклиматизируемых животных.

Процесс акклиматизации в значительной степени зависит от анатомических и физиологических особенностей животных. Пильц и Винклер [197] придерживаются мнения, что в большинстве случаев в пределах каждой породы мелкие и средние, более подвижные формы имеют больше шансов, чем крупные животные, успешно справиться с акклиматизационным процессом. Объясняется это более высокой интенсивностью обмена веществ у более мелких животных и лучшими условиями для успешной терморегуляции. Кроме того, мелкие животные на своей родине имеют большей частью менее благоприятные условия для существования, чем крупные формы¹. В целом можно сказать, что акклиматизация происходит легче, когда речь идет о перемещении животных из худших ус-

¹ Это утверждение авторов едва ли может быть подтверждено фактическим материалом. — Прим. ред.

ловий в лучшие. Что касается времени года, то животные могут быстрее всего приспособиться к новым условиям в тот период, когда они находят в новом для них местообитании хорошие условия кормления. Это, как правило, начало вегетационного периода.

Кроме того, для быстрой акклиматизации имеет значение и возраст перемещенных животных. Наиболее благоприятен период полового созревания. Напротив следует признать нецелесообразным перемещение животных во время беременности, особенно в последней ее стадии. Организм в это время и без того подвергается значительным нагрузкам, что сильно затрудняет процесс приспособления.

Трудно сказать, через сколько времени после перемещения животных можно говорить о полном цикле акклиматизации. В качестве критериев можно назвать меру физического развития, достигнутую продуктивность, темп размножения и состояние здоровья перемещенных животных. Следовательно, акклиматизация — это некий комплексный показатель продуктивных особенностей животных. Но если отдельные показатели продуктивности, будь то интенсивность роста, использование корма или отдельные компоненты молочной продуктивности, мы можем определить за довольно короткое время, то для суждения об успехе акклиматизации потребуется большой интервал времени.

Если животное перемещается в такие условия, что его жизненные процессы могут удержаться на уровне, характерном для данного вида при минимальном использовании механизмов регуляции, то мы можем считать эти условия равноценными прежним. В этом случае не возникает никаких биоклиматических проблем, и акклиматизации не требуется.

Об акклиматизации мы говорим тогда, когда климатические условия действуют на организм по типу нагрузки, вынуждая его для поддержания нормального протекания жизненных функций мобилизовать специфические механизмы. Примерами таких гомеостатических усилий являются, например, постоянное напряжение мышц в условиях низких температур, обеспечивающее повышенное теплообразование, хроническое потоотделение в условиях жары или увеличение числа эритроцитов на больших высотах над уровнем моря, позволяющее усилить транспорт кислорода.

Деятельность гомеостатических механизмов не может быть бесконечной. Если нагрузки усиливаются, эти механизмы в конце концов перегружаются, и регуляция перестает действовать. Можно сказать, что акклиматизация возможна в определенном интервале: подпороговое действие климатических факторов не вызывает акклиматизации, но если их влияние становится слишком сильным, то это приводит к расстройствам в организме, а в крайних случаях и к смерти.

АККЛИМАТИЗАЦИЯ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Наиболее эффективным средством приспособления к низким температурам является усиление теплоизоляции за счет утолщения шерстного покрова при увеличении в нем доли подшерстка. Изоляции способствует и воздушная прослойка в шерсти. Такая прослойка не позволяет снегу таять на шерсти и тем самым ухудшать ее теплоизоляционные свойства. У животных, обитающих в умеренном и холодном климатических поясах, этот процесс происходит регулярно каждый год с наступлением зимы и носит название сезонной акклиматизации. У арктических животных действие холода компенсируется почти исключительно толстой кожей и мощным слоем подкожного жира; метаболические механизмы регуляции включаются только при крайне низких температурах. Важную роль в акклиматизации к холодной среде играет и привыкание. Если холод действует на животное хронически или если охлаждение периодически повторяется, то реакции на эти стимулы постепенно слабеют или прекращаются. Следовательно, привыкание является важным неспецифическим адаптивным механизмом. У людей, находившихся в течение нескольких дней в условиях низкой температуры, чувствительность к холоду также уменьшается. Если руку часто погружать в холодную воду, то боль и кровяное давление через несколько дней уменьшаются.

В процессе привыкания существенные изменения происходят в центральной нервной системе. Прямое влияние коры мозга доказано у мышей [82]: при охлаждении хвостов до -4°C у них отмечалось учащение пульса. На протяжении 10 дней, по мере развития привыкания, этот эффект ослабевал. Если кора лобной доли

мозга перед началом опыта слегка повреждалась с обеих сторон, животное теряло способность к привыканию. Напротив, стимуляция коры электрическим током снижала характерную реакцию на холод и ускоряла привыкание.

Когда теплоизоляция за счет развития шерстного покрова и подкожного жира достигает генетически обусловленного максимума, животное может сопротивляться дальнейшему усилению холодовой нагрузки только повышением теплопродукции. Однако такая акклиматизация не экономична, так как на нее «сжигается» корм, предназначенный для развития продуктивности.

Взрослым животным для акклиматизации к холоду в большинстве случаев достаточно улучшения теплоизоляции тела, поэтому до метаболической акклиматизации дело обычно не доходит. Из наблюдений за откормочным скотом в Канаде следует, что теплоизоляция оказывается достаточной даже при температуре -30°C .

АККЛИМАТИЗАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР

При переходе в условия повышенных температур животное прежде всего увеличивает отведение тепла путем испарения. Если влияние высоких температур более длительно, происходят количественные и качественные изменения покровов тела, уменьшающие теплоизоляцию. Одновременно животное снижает продукцию тепла, добровольно ограничивая прием корма. Нужно подчеркнуть, что коровы в период лактации регулируют продукцию тепла снижением потребления корма при более низких температурах быстрее, чем нелактирующие. Это можно объяснить тем, что у лактирующих коров обмен веществ идет интенсивнее, а внутренняя тепловая нагрузка более велика. В снижении теплообразования играет роль и снижение активности щитовидной железы.

По мере дальнейшей акклиматизации, с образованием «летней шерсти» и со снижением теплообразования, различные функции организма, которые интенсифицировались после его перехода в условия высоких температур, постепенно возвращаются к норме. Рисунок 10 иллюстрирует изменения в температуре тела, частоте дыхания и приеме воды у шортгорнского скота, который в течение 200 дней содержали при температуре 32°C .

Рис. 10. Дыхание скота при
А — потребление
Г — толщина

Хотя
ции в жа
тепловой
ное сниж
ликтная
обеспечи
и челове
ного мак
в жарки
тойчивы
потребо
лишь пр

АККЛИМА
При бы
над уро
ния в л
противо
альвеол
к разры
и серд
этих ор
высотах
центра
вается

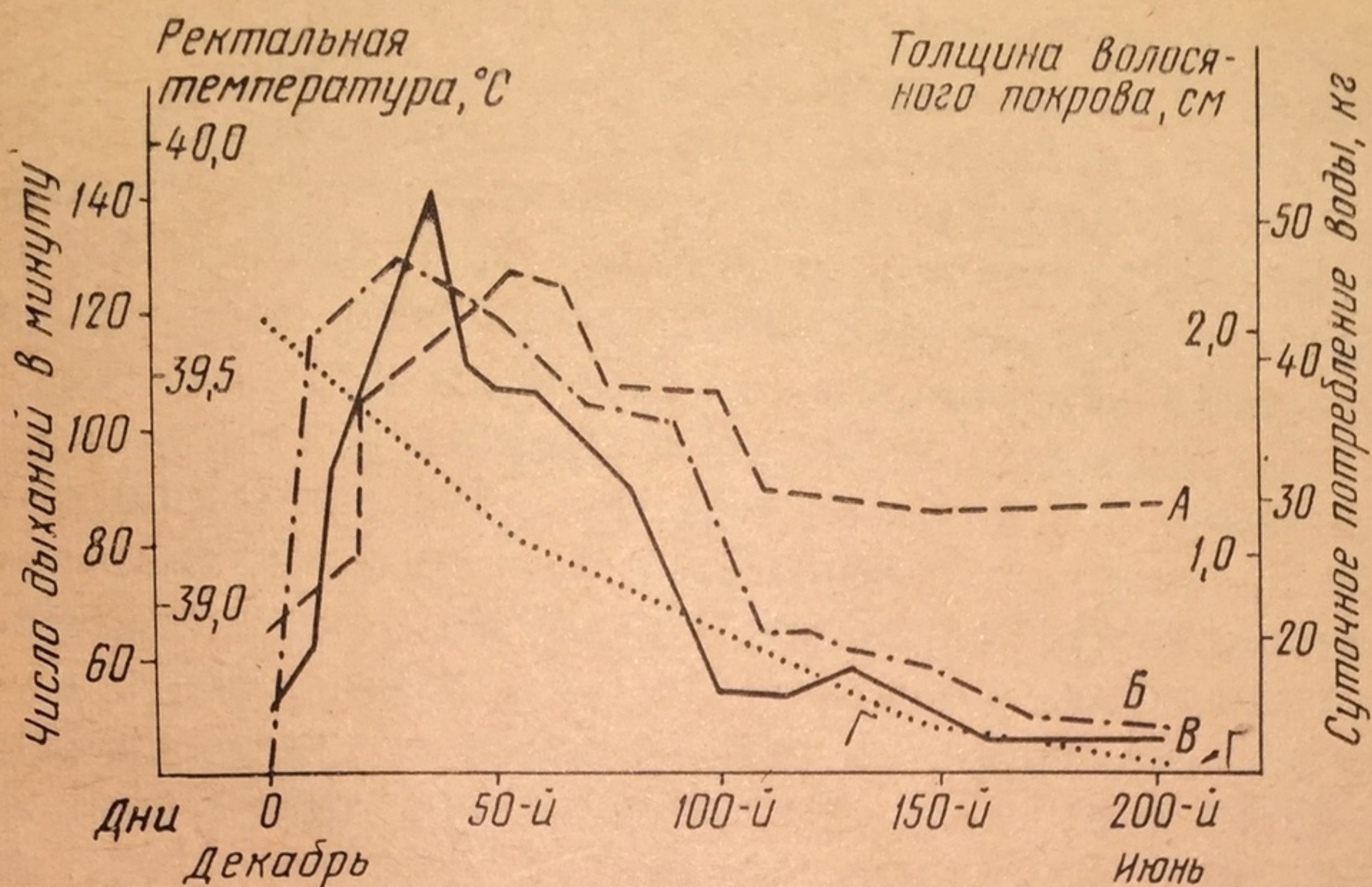


Рис. 10. Динамика различных жизненных функций у шортгорнского скота при тепловой нагрузке 32°C [21] в течение 200 дней:

А — потребление воды; Б — частота дыхания; В — ректальная температура; Г — толщина волосяного покрова.

Хотя снижение потребления корма при акклиматизации в жаркой среде способствует некоторому облегчению тепловой нагрузки, при этом происходит и нежелательное снижение уровня продуктивности. Возникает конфликтная ситуация между природой, которая стремится обеспечить животному максимальную жизнеспособность, и человеком, который стремится к получению от животного максимальной продуктивности. Во избежание этого в жарких регионах можно использовать животных, устойчивых к высоким температурам, у которых снижение потребления корма в целях терморегуляции происходит лишь при относительно высокой температуре среды.

АККЛИМАТИЗАЦИЯ В ВЫСОКОГОРНЫХ РАЙОНАХ

При быстрой перевозке животных на большую высоту над уровнем моря происходит резкое повышение давления в легочных артериях и в сердце, так как снижается противодавление атмосферы. Одновременно в легочных альвеолах возникает дефицит давления, что приводит к разрыву капилляров. Повышение давления в сосудах и сердце может вызвать расширение и дегенерацию этих органов. Низкое давление кислорода на больших высотах над уровнем моря вызывает снижение концентрации кислорода в крови. Одновременно увеличивается содержание углекислоты.

Эти процессы могут привести к патологическим состояниям. С другой стороны, нужно помнить, что и артериальное давление, и содержание углекислоты в крови после нескольких дней привыкания в значительной степени возвращаются к норме. Неизменным остается естественно низкое давление кислорода и недостаточное обогащение эритроцитов кислородом в альвеолах легких. Однако через несколько недель организм приспосабливается и к этим изменениям. В кроветворных органах начинает образовываться больше эритроцитов, что увеличивает транспортную способность крови, компенсируя недостаток кислорода в организме. Если в крови симментальского скота, выросшего в долинах, на 1 мм³ крови приходится 5,5 млн. эритроцитов, то у альпийских горных пород их 7,5 млн., т. е. на 38% больше [102]. Помимо количества эритроцитов увеличивается и содержание гемоглобина. Бьянка [22] указывает также, что у коз после трехмесячного пребывания в Альпах на высоте 2000—2700 м объем циркулирующей крови увеличился на 20% (рис. 11).

Монж [182] установил, что гемоглобин животных, происходящих из высокогорных районов, имеет большее сродство к кислороду, чем у животных, выросших в низинах. Вследствие этого каждый эритроцит обладает и более высокой окислительной способностью.

Превышение предела приспособляемости к недостатку кислорода при высотной нагрузке может вызвать расстройства, которые в экстремальных случаях могут

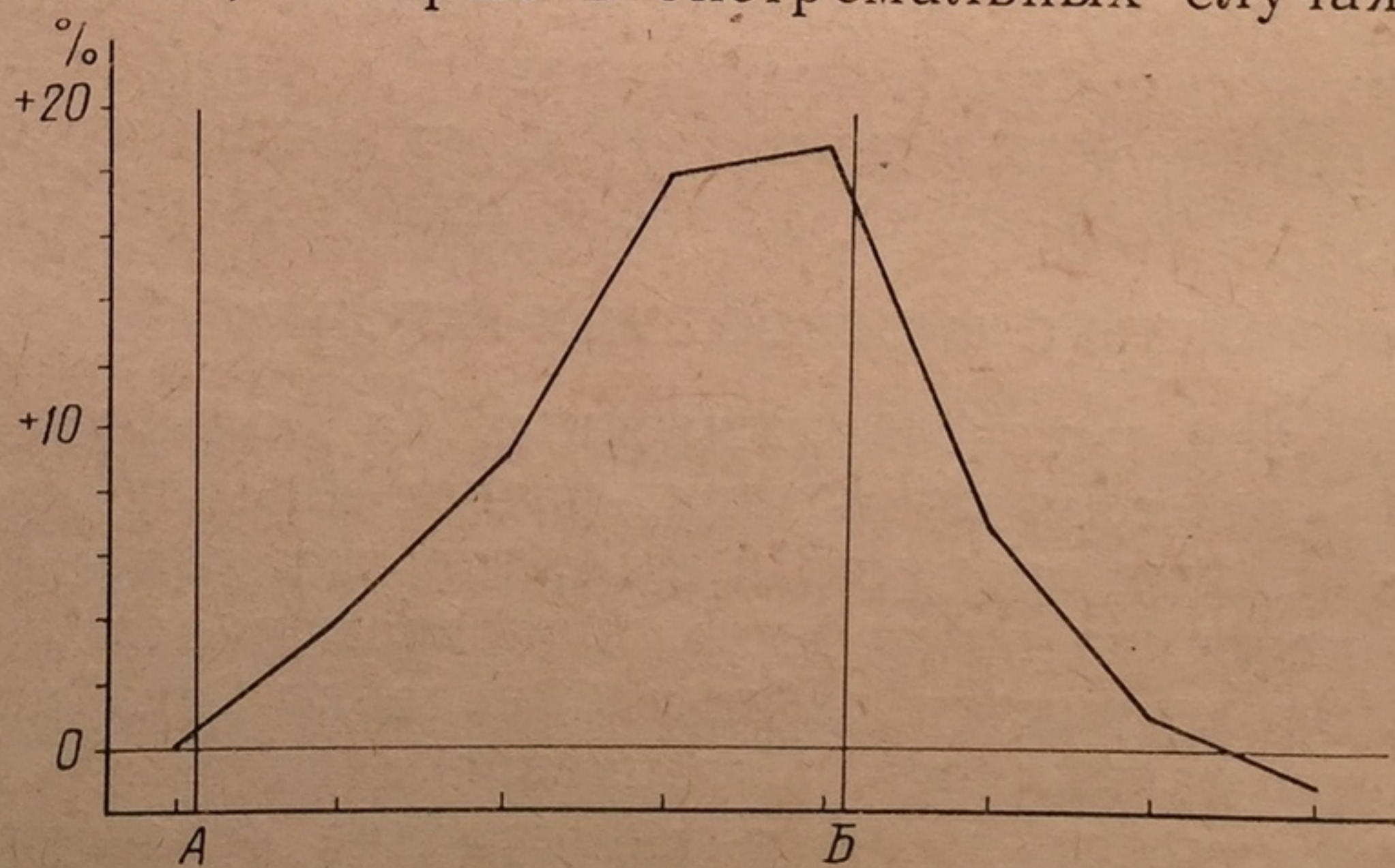


Рис. 11. Увеличение объема крови у коз в период трехмесячного пребывания в горах на высоте 2000—2700 м [21]:

А — прибытие в горы; Б — возвращение в долину. Один интервал соответствует 3 неделям.

закончиться смертью. Совокупность этих симптомов называется горной болезнью. Она проявляется в поносах, исхудании, потускнении шерсти, тяжелом дыхании. Шейные артерии становятся заметными, пульс в них усиливается. Все это может привести в конце концов к потере сознания [229]. Подобный стресс может стимулировать скрыто протекающие инфекции. Если процесс не зашел слишком далеко, его можно вернуть к норме путем перемещения животного в более низменную местность.

Однако здоровый, а главное молодой организм обычно способен преодолеть эти трудности. Перевозку животных в высокогорные районы лучше всего производить постепенно, по возможности с остановками в промежуточных пунктах на несколько дней, и брать для этого молодых животных.

АККЛИМАТИЗАЦИЯ И ПЛОДОВИТОСТЬ

В последние десятилетия многие опыты и наблюдения показали, что расстройства, вызываемые акклиматизацией, ухудшают плодовитость. При перемещении самцов животных в иные климатические условия наблюдались нарушения сперматогенеза, у самок снижение плодовитости проявлялось в нарушениях овуляции и в эмбриональной смертности.

Уровень наших современных знаний о регуляторных реакциях организма позволяет предполагать, что в период гомеостатических нагрузок, когда под угрозой находится существование особи, активность системы гипоталамус — гипофиз направлена прежде всего на те регуляторные функции, которые обеспечивают основные жизненные процессы. Система размножения в этих условиях лишена стимулирующих воздействий. Повышенная секреция адренокортикотропного гормона (АКТГ) при стрессе тормозит секрецию гонадотропных гормонов, а повышенная активность коры надпочечников обуславливает нарушения в секреции половых гормонов, способствующих имплантации эмбриона.

По-видимому, степень нарушения функции размножения во время акклиматизации зависит от индивидуальной, породной и видовой приспособляемости. С этим связано постоянное бесплодие многих животных, перемещенных из низменностей в горы, или нерегулярная

плодовитость европейских пород домашних животных, интродуцированных в тропические или субтропические области.

Однако разные степени нарушения плодовитости — от незначительных и преходящих до тяжелых и длительных — наблюдались и при перемещениях животных в пределах одной и той же климатической зоны [70, 160, 268]. Хейнике [97] отмечал их и в тех случаях, когда животные на новом месте оказываются в очень хороших условиях кормления и содержания. Ухудшение плодовитости проявлялось в малой жизнеспособности телят, задержании последа, тяжелых заболеваниях половых органов и в отсутствии охоты. Наконец, мы сами имеем немалый опыт в этом отношении со стадами датских красных коров, которые в прошлом десятилетии были ввезены в Западнoсловацкий край.

Яськовский [105] наблюдал нарушения плодовитости у быков, у которых вскоре после завоза отмечались более или менее выраженные повреждения спермиев. Между 14-м и 21-м днями доля деформированных спермиев увеличилась, достигнув максимума примерно на 35-й день. На 90—120-й день состояние нормализовалось. Через несколько дней после окончания перевозки отмечалось также ухудшение подвижности спермиев. Автор приводит полученные в тот же период данные Хольта, который анализировал результаты осеменения 47 400 коров. У 15 199 коров, осемененных менее чем через два месяца после перемещения в другое хозяйство, оплодотворяемость была на 13,7% ниже, чем у коров, оставшихся в прежнем хозяйстве. В последующие месяцы плодовитость постепенно повышалась и через 3—4 месяца после перемещения достигла прежнего уровня.

Автор сопоставил в таблице свои результаты, полученные на быках, с результатами наблюдений над коровами и нашел нарушения половых функций у этих групп животных более или менее параллельными (см. таблицу).

Тот факт, что самые тяжелые изменения как у коров, так и у быков наступают непосредственно после смены коровника, показывает, что в обоих случаях причина может быть общей. Это либо транспортный, либо психический стресс, причем последний связан с приспособлением к новым условиям.

	Месяцы после перемещения				Контроль- ные живот- ные
	до 2	2—3	3—4	4—5	
Процент деформированных спермиев	12,3	6,5	5,5	4,2	4,3
Процент коров, оплодотворенных спустя 60—120 дней	54,9	60,2	60,4	60,9	68,6

Нарушения плодовитости вызываются и перемещением на большие высоты над уровнем моря. Животные с низменностей становятся бесплодными при перемещении уже на высоту 1000 м. Правда, у животных, привыкших к горам, например у овец, выросших в Андах на высоте 3000—4000 м, плодовитость остается удовлетворительной. Зато 50% баранов, попавших в эти условия с низин, навсегда остаются бесплодными. Любопытно, что по сведениям Хорна [102], столицу Перу пришлось перевести из Яуки, которая находится на высоте 3200 м, в Лиму, несмотря на то, что последняя расположена в более жарком районе, поскольку ни лошади, ни свиньи, ни даже куры на этой высоте не размножались. Интересно и то, что в городе Потоси, расположенном в Андах на высоте 4000 м, только через 53 года после его основания родился первый испанский ребенок, хотя в то время там было около 20 000 испанцев.

Транспортировка особенно чревата неблагоприятными последствиями, если она оказывается длительной и производится в непригодных, недостаточно проветриваемых транспортных средствах. Во время перевозки животных кормят, а главное поят обычно недостаточно, и в теплую погоду они часто испытывают жажду. Наконец, здесь может сыграть свою роль психический стресс, обусловленный страхом перед новой, незнакомой обстановкой.

Самок чаще всего покупают беременными. Экономически это наиболее выгодно. Собственно, покупают сразу двух животных, причем от того, которое находится в чреве матери, ожидается лучшее приспособление к новым условиям. Но именно здесь многие авторы видят отрицательные стороны. В стадии беременности функции организма и без того перегружены. Роды и первая лактация также предъявляют к организму повышенные

требования. Смена условий содержания, рациона и обслуживающего персонала неизбежно действует как дополнительная нагрузка, особенно в том случае, если новые условия хуже прежних. В этом случае организм перегружается настолько, что угнетаются не только половые функции, но нередко и расстройства здоровья.

Психические факторы действуют особенно отрицательно в тех ситуациях, когда животное сразу после прибытия переводится на групповое содержание. Если много животных скучено на малом пространстве, здесь непосредственно после перемещения обычно начинается борьба за социальный ранг. Немалую роль играет и поведение обслуживающего персонала: грубое и шумное обращение еще более ухудшает ситуацию. С наименьшей психической нагрузкой перемещение связано в том случае, если животных сразу переводят на пастбище, где они могут разойтись на дальнейшее расстояние, избегая взаимных столкновений. Для крупного рогатого скота привязное содержание в хороших условиях можно считать более благоприятным, чем беспривязное.

Транспортный стресс, подобно психическому стрессу, который связан с привыканием животных к новой среде, может стать главной причиной функциональных расстройств половых органов в течение первых 3—5 месяцев после смены среды. Однако пониженная плодовитость зачастую может сохраняться гораздо дольше, иногда даже на протяжении года [70, 268], а в тяжелых случаях — нескольких лет [160]. Это означает, что причиной расстройств является целый комплекс факторов, которые действуют на организм одновременно, хотя некоторые из них могут иметь большее значение.

Определенное влияние могут оказывать и условия содержания. Плохо освещенные, сырые, непроветриваемые помещения, новая система содержания, а у коров и новый способ доения могут оказаться стрессорами, угнетающе действующими на плодовитость. Не менее важным может оказаться и изменение состава рациона, связанное со спецификой местных климатических условий, составом почвы и удобрениями. Люттиг [160] считает качественные и количественные недостатки в кормлении главными причинами акклиматизационных нагрузок.

Все упомянутые факторы можно в определенной степени рассматривать в качестве стрессоров. Все они могут приводить к определенной акклиматизационной стерильности, признаки которой порой наблюдаются еще долгое время после завоза животных и могут быть причиной большого экономического и племенного ущерба. Если же к этому вскоре прибавятся новые нагрузки, например длительные и повторяющиеся периоды недокорма, то в результате плодовитость стада может оказаться нежелательно лабильной.

При перемещении животных в районы с климатическими условиями, не слишком отличающимися от прежних, несколькими целесообразными приемами можно заметно облегчить акклиматизацию. Для этого нужно придерживаться следующих правил:

- перевозить только молодых животных, лучше сразу по достижении ими половой зрелости; если животные беременны, их ни в коем случае нельзя транспортировать во второй половине беременности;

- транспортировка должна осуществляться наиболее быстрым способом. На время транспортировки животных нужно обеспечить полноценным кормом и достаточным количеством воды. Наиболее благоприятное время года для перевозки — весна, поскольку в это время климатические условия мягки, а на новом месте можно ожидать оптимальных условий кормления;

- хозяйство должно хорошо организовать подготовку к приему животных. Временное размещение, даже в условиях карантина, обычно бывает неудовлетворительным и сильно вредит животным, уже ослабленным перевозкой. Интродуцируемых животных следует распределять только по таким хозяйствам, которые с точки зрения возможностей содержания или кормления, по крайней мере, не хуже (или даже лучше) тех, из которых эти животные происходят.

Для оценки акклиматизации с точки зрения породы недостаточно данных по одному поколению ввезенных животных. Ход акклиматизации нужно проследить на протяжении нескольких поколений. Необходимо активно содействовать процессу акклиматизации, отбирая и размножая особей, которые лучше всего приспособились к новым условиям и вопреки акклиматизационным трудностям отличаются хорошей продуктивностью и нормальной плодовитостью.

Под стрессом мы понимаем состояние, в котором находится живая система при мобилизации защитных или восстановительных механизмов, прибегающая к ним в ответ на действие неспецифических стимулов из окружающей среды. Крайний перегрев, охлаждение или солнечное излучение могут вызвать климатический стресс, недостаток корма или воды — голодный стресс, низкий ранг в социальной структуре сообщества — социальный стресс, патогенные микроорганизмы или токсины — внутренний стресс. Причина, вызвавшая стресс, называется стрессором.

В последнее время принято называть все неблагоприятные влияния, конфликтные ситуации и все виды недостаточности — стрессами (или, правильнее, стрессорами). Но всегда ли можно назвать состояние, которое они вызывают в организме, стрессом? Где граница между гомеостазом и стрессом? У всех ли особей граница одинакова? Нельзя ли тренировкой повысить эффективность защитных механизмов и сдвинуть границу между гомеостазом и стрессом? Эти вопросы имеют огромное значение для всего живого; поэтому они и оказались сегодня в центре внимания множества научных работников из различных отраслей науки.

Признаки, в которых выражается стресс, люди знали задолго до того, как появилось определение этого понятия. С тех пор как впервые было употреблено слово «болезнь», в сущности, имелось в виду то, что в наши дни охватывается понятием «стресс». Налет на языке, боль в суставах, расстройства желудка и кишечника с потерей аппетита и исхуданием, повышенная температура, белок в моче, воспаление миндалин, сыпь и т. д. — все это характеризует состояние «болезни». Тот факт, что один и тот же термин может применяться для обоз-

начения многих расстройств разного причинного происхождения, доказывает, что все эти расстройства имеют нечто общее. Ныне мы уже можем сказать, что все болезни имеют некоторые неспецифические симптомы, которые позволяют нам отличить болезнь от здорового состояния. Именно потому, что эти симптомы не характерны для определенной болезни, им уделялось мало внимания по сравнению со специфическими симптомами. Их считали менее интересными, чем остальные, которые позволяют распознать непосредственную причину болезни и эффективно подобрать специфическое лечение.

Давно известно, что болезнь сопровождается не только болью, но и внутренней борьбой организма. Организм устроен так, чтобы он мог реагировать, защищаясь от повреждающих внешних воздействий. Столетия назад это интуитивное понимание отражалось на практике в виде создания самых различных лечебных приемов. Против многих болезней, не имеющих между собой ничего общего, знахарки и шарлатаны применяли некоторые неспецифические лекарства, вызывавшие резкую реакцию, как, например, всевозможные сильнодействующие средства, различные возбуждающие снадобья или болезненные физические воздействия.

Мы знаем, что до недавнего времени кровопускание было стандартным способом лечения любой болезни. В XVII в. так называемое лечение лихорадкой положило начало тому, что позднее было названо «шоковой терапией». Наконец, появилась так называемая неспецифическая терапия. Она завоевала большую популярность в начале нашего века. Все неспецифические способы лечения имели целью вызвать сильную реакцию организма после введения различных веществ, таких, как чужеродные белки, коллоидные металлы или вещества, приводящие к повышению температуры. Так, собственно стресс использовался как лечебный фактор еще до того, как он был открыт наукой. Эти способы лечения применялись интуитивно, механизм их действия не был достаточно известен. Поэтому они были опасными и часто давали крайне противоречивые результаты.

Так обстояло дело до 1936 г., когда появилась первая работа о стрессе под заглавием: «Синдром, вызываемый различными повреждающими воздействиями» [230].

ИЗМЕНЕНИЯ, СОПРОВОЖДАЮЩИЕ СТРЕСС

Одной из наиболее характерных особенностей всех живых организмов является способность поддерживать постоянство внутренней среды вопреки изменениям во внешней среде. Даже при очень различных условиях и в самых разнообразных обстоятельствах физическое состояние и химический состав жидкостей и тканей тела остаются почти неизменными. Например, температура тела долго не меняется, даже если организм находится в среде с очень низкой или очень высокой температурой. Точно так же состав пищи не влияет существенным образом на состав крови. Однако организм выдерживает самые различные отклонения лишь в определенном интервале. Когда отклонение превосходит допустимый предел, приводятся в действие различные восстановительные механизмы. Пока колебания невелики, они компенсируются небольшими модификациями некоторых жизненных функций, причем до серьезных расстройств дело не доходит. Такое состояние — еще не стресс, а гомеостаз. Стрессовая ситуация возникает тогда, когда отклонение настолько велико, что ставится под угрозу взаимная согласованность всей системы.

В принципе как при гомеостазе, так и при реакции тревоги речь идет о включении одних и тех же систем регуляции — нервной и гормональной. Вероятно, в обоих случаях речь идет о включении разных компонентов обеих систем и о различной интенсивности их участия. Поэтому между гомеостазом и реакцией тревоги нет четкой границы.

Для лучшего понимания значения понятия «стресс» было бы, пожалуй, целесообразнее всего описать обстоятельства, при которых Ганс Селье пришел к своему открытию стресса. Еще будучи студентом-медиком, при диагностике самых различных болезней он обратил внимание на то, что, помимо специфических симптомов, которые характерны для определенной болезни, всегда наблюдаются и неспецифические симптомы, общие для всех болезней.

Правда, тогда Селье не понял «общего синдрома заболевания» и не объяснил его. Но случилось так, что он вернулся к нему через много лет, когда уже работал ассистентом в Биохимическом институте университета

Мак-Гилла в Монреале. Он ставил опыты на лабораторных животных и обратил внимание на то, что после инъекции самых различных тканевых экстрактов происходили определенные, всегда одинаковые изменения некоторых органов, а именно:

1) кора надпочечников утолщалась и, кроме того, микроскопически обнаруживала признаки повышенной активности (усиленное размножение клеток и выделение в кровь капелек накопленных веществ);

2) тимус, селезенка, лимфатические узлы и все остальные лимфатические ткани заметно сокращались (атрофировались). Сильно снижалось количество лимфоцитов и эозинофильных клеток в крови;

3) на внутренней поверхности желудка и двенадцатиперстной кишки появлялись кровоточащие очаги и глубокие язвы.

Эти изменения появлялись и тогда (и даже гораздо явственнее), когда животным вводилась какая-нибудь ядовитая жидкость неорганического происхождения.

Лишь позднее Селье назвал эти изменения общим адаптационным синдромом (в литературе на английском языке «general adaptation syndrom») и определил стресс как «состояние, которое проявляется специфическим синдромом, включающим все неспецифически индуцированные изменения внутри биологической системы».

ФАКТОРЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ СТРЕСС

В настоящее время понятие «стресс» употребляется в практике часто, но не всегда уместно. Имеются в виду все те ситуации, когда организм подвергается чрезвычайной нагрузке, заставляющей его прибегнуть к включению гомеостатических механизмов. Ведь не всегда можно доказать, что в организме происходят классические реакции, типичные для стресса. Однако в большинстве таких случаев можно предполагать, что если бы факторы, вызвавшие перегрузку, приобрели определенную интенсивность и действовали бы определенное время, то реакция организма приняла бы характер общего адаптационного синдрома.

Общий адаптационный синдром может быть вызван различными «стрессорами», например воздействием высокой или низкой температуры, жаждой, голоданием,

заболеванием, проникновением в организм повреждающего фактора, действием рентгеновских лучей, электрическим шоком, а также различными психическими эмоциями. Однако стресс не всегда вызывается только внешними стимулами. Организм — это интегрированное целое. Если какая-либо подсистема этого интегрированного целого начинает работать изолированно и перестает подчиняться интегрирующему контролю целого и если при этом она переходит определенный порог, то это состояние будет ощущаться как стрессовая ситуация.

ЗНАЧЕНИЕ СТРЕССА В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

У животных до недавнего времени наибольшее значение приписывали физическим стрессам, обусловленным ситуациями, в которые ставит животных цивилизация в целях получения максимального экономического эффекта.

Самые обычные физические стрессоры — это шум, холод, чрезмерное тепло, мышечная нагрузка, ранение или вынужденная неподвижность. С психическими реакциями до недавнего времени не считались, хотя влияние психического стресса на поведение и состояние здоровья людей было хорошо известно. Однако оказалось, что и в животноводстве этот тип стресса может приводить к серьезным последствиям. Животные подвергаются психическим нагрузкам прежде всего при перемещении из одного помещения в другое, при введении новых технологических элементов, переводе в группу новых и незнакомых животных, при отъеме или перевозке.

Превращение животного организма в наш технический век в некоторое подобие «производящей машины» может привести к тому, что животные, чересчур перегруженные продуктивностью, теряют способность создать в случае надобности защитный барьер и удержать равновесие внутренней среды. Такая негибкая и недостаточно эффективная реакция на экстремальные нагрузки может быть названа «болезнями, связанными с адаптацией». Животные, подвергавшиеся отбору на высокую, часто одностороннюю продуктивность, предъявляют относительно высокие требования к выравненным условиям среды. Но вместо этого по мере повышения требований к уровню их продуктивности они попадают во

все новые усло
жения затрат
мического эффе
ся очень быс
выработать со
вия среды.

АДАПТАЦИОН

Большинство ф
точно дифферен
имеем постоянн
же уровень гл
организация об
стабилизирующ
все физиологи
цах и обеспеч
зависимость ор
вычайные обст
тическим меха
щим друг дру
Для восстано
целый компл
восстановлени

Состояние,
мобилизации
мов, называе
«стресс»¹.
«стрессором»

Стрессор
некоторые тк
интенсивно, т
только в зат
ние отдельны
реждение тка
адаптационно
кальное нару
вызвать реак
ный синдром
между ограм
стрессу, и ос
текает защи

¹ Стресс (а

все новые условия содержания, задуманные ради снижения затрат труда и получения максимального экономического эффекта. Технологические принципы меняются очень быстро, поэтому организм не успевает выработать соответствующих реакций на новые условия среды.

АДАПТАЦИОННЫЙ СИНДРОМ

Большинство физиологических параметров в организме точно дифференцировано. В нормальном состоянии мы имеем постоянное кровяное давление, пульс, один и тот же уровень глюкозы в крови. Такая физиологическая организация обеспечивается очень сложным комплексом стабилизирующих механизмов, которые поддерживают все физиологические константы в определенных границах и обеспечивают таким образом относительную независимость организма от внешней среды. Однако чрезвычайные обстоятельства могут даже вопреки гомеостатическим механизмам, зачастую многократно дублирующим друг друга, вызвать отклонения от этих констант. Для восстановления равновесия необходим ремонт, целый комплекс процессов, целью которых является восстановление баланса.

Состояние, в котором организм находится во время мобилизации защитных или восстановительных механизмов, называется нагрузкой (Селье предпочел название «стресс») ¹. Причина, вызвавшая стресс, называется «стрессором».

Стрессор обычно влияет непосредственно только на некоторые ткани или органы. Если его действие не очень интенсивно, то он может вызвать защитную реакцию только в затронутой стрессом части тела. Переутомление отдельных мышц, глаз или небольшое местное повреждение ткани восстанавливаются в рамках локального адаптационного синдрома (ЛАС). Но каждое такое локальное нарушение, если оно достаточно сильно, может вызвать реакцию во всей системе — общий адаптационный синдром. Механизм установления взаимовлияний между ограниченным участком ткани, подвергшимся стрессу, и остальными частями системы, в которой протекает защитная реакция, недостаточно выяснен. Ве-

¹ Стресс (англ. stress) — давление, нажим, напряжение.

роятно, взаимосвязь осуществляется нервным или гормональным путем, а может быть, тем и другим вместе. Однако ввиду важности этих сигналов и их значения для сохранения жизни, вполне правдоподобно, что реакция всей системы зависит не только от названных двух посредников и что ее могут вызывать также самые различные нарушения нормального химического состава крови. Возможно, что реакция может быть пущена в ход уже примесью попавшего в кровь токсического метаболита или же нехваткой в крови какого-либо незаменимого ее компонента. Нервные импульсы благодаря скорости своего распространения играют чрезвычайно важную роль в тот момент, когда необходимо включить защитную деятельность организма. Импульсы проводятся во всех направлениях волокнами автономной нервной системы [260].

В случае, когда стрессором поражается только один орган, он вызывает стресс только такой интенсивности, которая соответствует силе тревожных сигналов, исходящих из этой пораженной области. Чем менее специфичен тот или иной стрессор и чем менее его влияние сосредоточивается на определенном органе, тем больше его способность вызвать интенсивный синдром стресса. Именно потому, что стимул неспецифичен, он действует одновременно на многие органы, и количество тревожных сигналов, поступающих в мозг, во много раз увеличивается.

Стресс всегда проявляется как синдром, как совокупность изменений, а не как одно изменение; общий синдром стресса действует на целый организм, тогда как местный синдром затрагивает несколько систем определенной части тела. Если, например, в кровоток попадает какое-либо вещество, способное вызвать изменения только в почках, то речь идет о специфическом воздействии. Поэтому мы не можем говорить о стрессе. Если же мы введем вещество прямо в почки, а вызовем этим изменения во всем организме, то это будет неспецифическая реакция, и мы можем назвать ее стрессом.

ФАЗЫ СТРЕССОВОЙ РЕАКЦИИ

Общий адаптационный синдром в типичном случае имеет три фазы (рис. 12):

1) фаза тревожной реакции (аварийная стадия,



Рис. 12. Фазы стресса [231].

стадия мобилизации), в течение которой адаптация еще не достигнута. В острой фазе тревожной реакции общая устойчивость к отдельным стрессорам становится гораздо ниже нормы;

2) фаза повышенной резистентности, или так называемая адаптационная фаза, когда адаптация оптимальна, а устойчивость значительно возрастает по сравнению с нормальным уровнем;

3) фаза истощения защитно-адаптационных резервов, или фаза сниженной устойчивости, которая наступает в том случае, если стресс очень силен и продолжается очень долго.

Селье [231] на крысах проверял степень устойчивости к стрессору в ходе этих трех последовательных фаз. Исследователь поместил 100 крыс в холодную камеру с температурой около точки замерзания. Благодаря теплоизоляционным свойствам шерсти животные переносили это испытание довольно хорошо, хотя через 48 часов у них появились типичные признаки тревожной реакции. Это было подтверждено на 10 животных, которые были умерщвлены и вскрыты. У всех этих крыс надпочечники оказались увеличенными и лишенными жировых капелек, тимус, напротив, был уменьшен, а стенки желудка изъязвлены.

Через 48 часов Селье взял из камеры еще 20 крыс, чтобы определить степень их устойчивости к холоду. Вместе с группой нормальных животных, которые до этого содержались при комнатной температуре, они были перенесены в другую камеру, где температура была еще ниже. Оказалось, что крысы, у которых под действием умеренного холода уже развилась тревожная стадия, были еще менее устойчивы к холоду, чем нормальные (контрольные) животные.

Спустя 5 недель из холодной камеры была взята еще одна группа крыс. За это время они уже вполне приспособились к условиям низкой температуры и находились в стадии резистентности. Когда Селье перенес этих животных в более холодную камеру вместе с группой крыс, еще не подвергавшихся действию холода, адаптированные особи выжили и при таких температурах, которых нормальные крысы никогда не выдерживали.

Однако после нескольких месяцев пребывания в холодной камере приобретенная устойчивость опять начала убывать и, наконец, наступила стадия истощения. Животные были уже не способны жить в камере с умеренным холодом, в которой они в начале опыта чувствовали себя очень хорошо.

МЕХАНИЗМ СТРЕССА

РЕАКЦИЯ ТРЕВОГИ

Значение тревожной реакции состоит в мобилизации источников энергии, которые должны обеспечить восстановление нормального состояния. Очень важную роль в этом процессе играет центральная нервная система. Органы чувств сообщают в центральную нервную систему об агрессии повреждающих факторов. Это происходит с помощью специфических ощущений (зрительных, слуховых, обонятельных, осязательных и т. д.). Мозг получает информацию и приводит в действие три системы: соматомоторную, висцеромоторную и эндокринную. Кроме того, активизируются дополнительные механизмы, которые обеспечивают оптимальное распределение крови между органами: больше крови посылается к мозгу, сердцу и скелетным мышцам, меньше — к органам, которые менее затронуты стрессом (почки, печень, кожа) [51].

К соматомоторным рефлексам относятся изменения мышечного тонуса и различные движения, обеспечивающие уклонение и защиту от вредоносных воздействий. К висцеромоторным рефлексам относится активизация вегетативных центров, т. е. симпатической нервной системы и блуждающего нерва. Благодаря этому изменяется тонус гладкой мускулатуры (прежде всего в стенках сосудов), кровяное давление повышается, сокраще-

ния сердца ускоряются. Участие гормонов приводит ко многим метаболическим изменениям. Стимуляция симпатической нервной системы ведет к высвобождению из мозгового вещества надпочечников катехоламинов — адреналина и норадреналина. Адреналин первым мобилизует энергетические запасы глюкозы из печени путем расщепления содержащегося в ней гликогена. Одновременно он извлекает из жировой ткани свободные жирные кислоты. Глюкоза необходима для деятельности центральной нервной системы и, кроме того, является горючим для поперечнополосатых мышц. Жирные кислоты служат источником энергии, особенно для миокарда.

Адреналин и норадреналин образуются не только в мозговом веществе надпочечников, но и на нервных окончаниях. Это имеет определенное значение. Когда адреналин выделяется из надпочечников в кровь, он разносится в одинаковой концентрации по всем частям организма. Это обеспечивает адреналину очень широкую сферу действия, но не дает возможности избирательно влиять на определенные локальные области. Напротив, гормон, выделяющийся на окончаниях нервов, может очень эффективно действовать на ограниченном участке вокруг того места, где он образовался; здесь его концентрация высока и не вызывает расстройств в остальных частях тела [231].

Во время реакции тревоги немедленно стимулируется гипоталамус, который начинает вырабатывать антидиуретический гормон (АДГ). Уже через несколько минут после попадания в кровоток он начинает усиливать резорбцию воды из почечных канальцев. Таким способом организм стремится сохранить объем внутренней среды в условиях развивающейся нагрузки.

Однако запасы глюкозы в организме, предназначенные для немедленного использования, не слишком велики. При оптимальном и интенсивном мышечном напряжении эти запасы были бы сравнительно быстро израсходованы. Если некоторые органы могут удовлетворять свою потребность в энергии за счет жирных кислот, то центральная нервная система должна все время получать глюкозу. Поэтому во время тревожной фазы стресса одновременно со стимуляцией симпатической нервной системы и мозгового вещества надпочечников вводится вторая линия защиты. Ее главное значение состоит в том, что она способна стимулировать образование

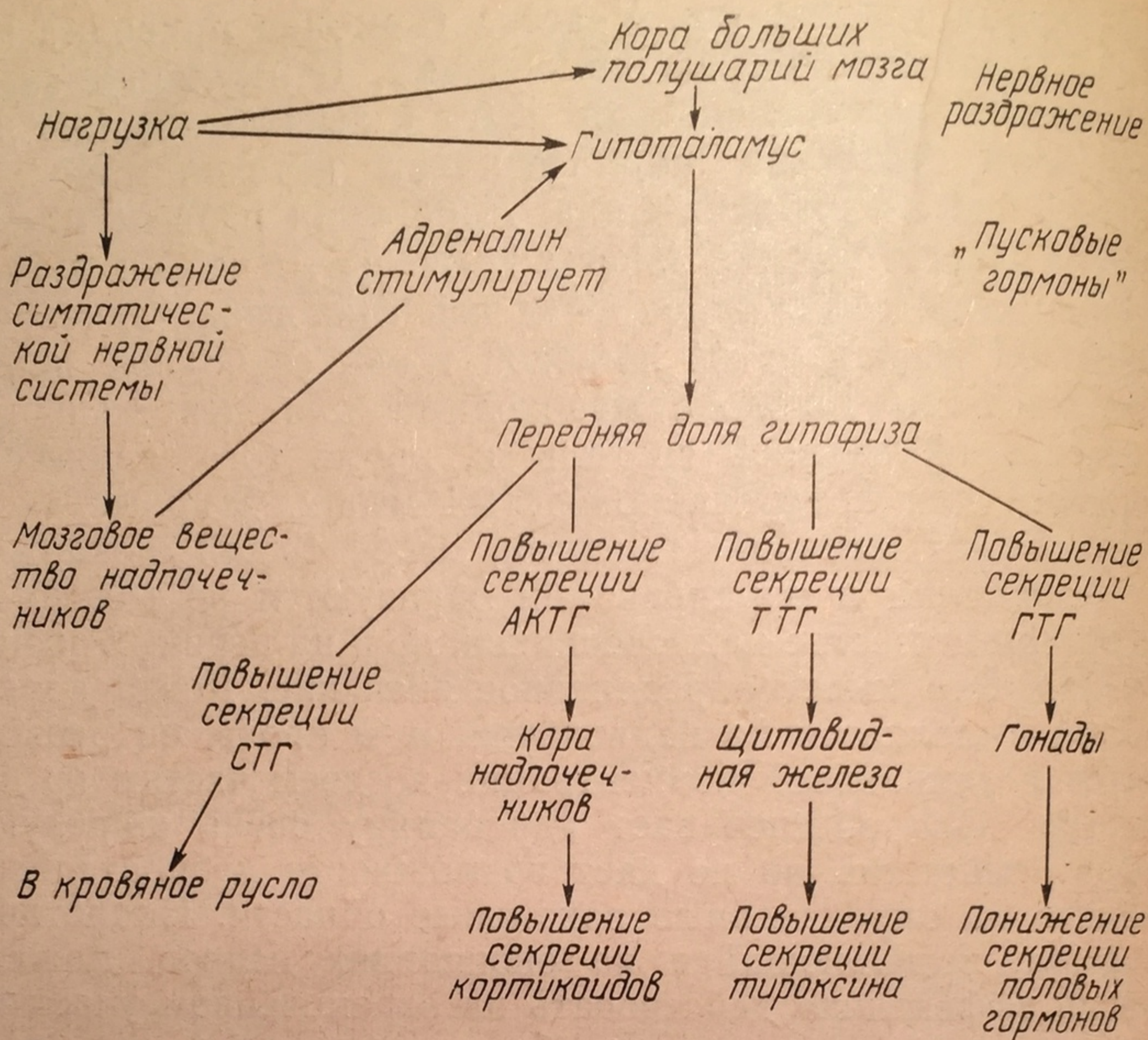


Рис. 13. Схематическое изображение механизма реакции тревоги.

сахара из белков. Благодаря нервным стимулам в гипоталамусе начинают выделяться пусковые гормоны (releasing factors). Этот гуморальный импульс стимулирует образование гормонов в передней доле гипофиза. Однако нужно сказать, что в гипофизе увеличивается образование не всех гормонов, а только тех, которые активно участвуют в гомеостатических процессах (рис. 13).

Во время стресса сильно активизируется система передняя доля гипофиза — кора надпочечников, во много раз увеличивается секреция адренокортикотропного гормона (АКТГ). Влияние АКТГ на кору надпочечников заключается в пуске синтеза стероидных гормонов (кортикоидов) из локализованных в ней жировых капелек. Кроме того, в стрессовой реакции участвует и щитовидная железа, гормон которой (тироксин) тоже мобилизуется на обеспечение энергетических источников для преодоления нагрузки. Его секрецией управляет еще один гормон — тиреотропин (ТТГ), также выделяемый передней долей гипофиза.

Увеличивается выработка третьего гипофизарного гормона — соматотропина (СТГ), имеющего отношение к синтезу белков в организме. Секреция гонадотропных гормонов, напротив, при стрессе снижается. Цель угнетения системы передняя доля гипофиза — гонады состоит в том, чтобы воспрепятствовать оплодотворению и беременности, которая означала бы новую нагрузку для организма.

Однако существование только одного пускового механизма для всех стрессовых стимулов и всех ситуаций кажется невероятным. Установлено, что короткая и резкая нагрузка мобилизует адреналин, который затем активирует гипофиз непосредственно. Но как обстоит дело при стимулах, которые еще не выходят из границ физиологической нормы? И наоборот, что происходит при тяжелых и длительных стрессах?

Адренокортикотропный гормон выделяется из гипофиза и в нормальных физиологических условиях. При этом его постоянное поступление поддерживается обратной связью через гормоны коры надпочечников без участия адреналина. Когда концентрация гормонов коры надпочечников в крови повышается, дальнейшее выделение адренокортикотропного гормона из гипофиза тормозится. Наоборот, понижение концентрации гормонов коры надпочечников является стимулом для повышения выделения адренокортикотропного гормона.

В чрезвычайных обстоятельствах организм может стимулировать образование адренокортикотропного гормона и непосредственно, т. е. метаболическим путем. Если стресс слишком интенсивен и продолжается слишком долго, гипофиз активируется непосредственно продуктами метаболизма поврежденных тканей.

Ось гипофиз — надпочечники может активироваться и нервными стимулами, которые поступают в кору больших полушарий. В медицинских экспериментах установлено, что у здоровых людей во время работы, которая требует большого душевного напряжения, повышается концентрация гормонов надпочечников в моче и снижается количество циркулирующих лимфоцитов. У психопатов при такой же нагрузке эта реакция слабо выражена, хотя при отсутствии нагрузки они на введенный адренокортикотропный гормон реагируют так же, как и здоровые люди [49].

КОРТИКОИДЫ

Кортикоиды, выделяемые корой надпочечников, представляют собой важнейшие гормоны, которые взаимодействуют при адаптации (их называют также адаптационными гормонами). Они относятся к двум типам, взаимно дополняющим друг друга в организации защитной реакции.

Первую группу составляют глюкокортикоиды. При стрессе они играют двоякую роль: повышают уровень глюкозы в крови и препятствуют воспалениям. Поэтому их называют также противовоспалительными кортикоидами. К этой группе относятся кортикостерон, кортизон и кортизол.

Ко второй группе относятся минералокортикоиды. Одна из наиболее явственных их функций — регуляция обмена минеральных солей и воды; они способствуют удержанию в организме натрия и выведению калия. В отличие от глюкокортикоидов минералокортикоиды усиливают воспаления, в связи с чем они получили также название воспалительных кортикоидов. К минералокортикоидам относятся альдостерон и дезоксикортикостерон [101].

Равновесие между минералокортикоидами, выделяемыми в незначительном количестве, и глюкокортикоидами, продукция которых гораздо больше, поддерживается соматотропным гормоном (СТГ), который выделяется передней долей гипофиза и явственно повышает воспалительный потенциал соединительной ткани [40].

Первоначально предполагалось, что глюкокортикоиды обеспечивают синтез сахаров из белков, особенно из лимфоидной ткани. После инъекций кортизола тимус и лимфатические узлы атрофируются и одновременно снижается количество лейкоцитов в крови. При распаде лимфоидных элементов появляются свободные аминокислоты, которые служат источником синтеза сахара в печени. Таков путь новообразования гликогена и глюкозы, что обеспечивает поступление новой порции энергетического материала для центральной нервной системы и мускулатуры. Однако эта точка зрения в последнее время опровергнута некоторыми экспериментами, показывающими, что кортикоиды только прекращают синтез белков, но не оказывают катаболического действия [51].

Глюкокортикоиды вмешиваются и в обмен жиров, обеспечивая их перемещение из резервных тканей в печень.

Повышение уровня адреналина и кортизола в крови вызывает угнетение митотической активности клеток. Этот необычный эффект полезен при стрессе: вместо деления клеток или роста энергия расходуется на обмен.

При мобилизации глюкокортикоидов убыстрятся свертывание крови. Это полезно для прекращения кровотечения в случае ранения. Однако с точки зрения защиты организма трудно объяснить уничтожение лимфоидной ткани под действием кортикоидов. Поскольку иммуноциты тоже имеют лимфоидное происхождение, то и они разрушаются под действием кортикоидов. Изменяется уровень циркулирующих глобулинов, и иммунитет снижается.

ФАЗА ПОВЫШЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ

Ни один организм не может постоянно пребывать в состоянии тревоги. От адаптационных гормонов, регулирующих активность тканей, зависит, поддается ли организм действию стрессовых факторов или благодаря адаптации успешно справится с ними. Если стрессор настолько силен, что его постоянное действие несовместимо с жизнью, организм погибает в течение первых часов или дней реакции тревоги. Если животное переживает эту реакцию тревоги, то у него наступает состояние резистентности.

Проявления этой второй фазы коренным образом отличаются от первой и часто являются полной противоположностью тех явлений, которые характеризуют реакцию тревоги. Например, во время реакции тревоги клетки коры надпочечников выделяют в кровь секреторные гранулы и обедняются материалом, который в них сохранился. В фазе резистентности, наоборот, кора сильно обогащается секреторными гранулами. Если для реакции тревоги характерно сгущение крови, снижение уровня хлора и преобладание выведения веществ из тканей над удержанием, то в фазе резистентности кровь разжижается, повышается уровень хлора, преобладают процессы анаболизма, сопровождающиеся восстановлением нормальной массы тела. Благодаря защитной деятель-

ности организма реакция пространственно ограничивается, и дальнейшее выделение кортикоидов не является необходимым. Концентрация этих гормонов в жидкостях тела снижается.

Однако интенсивность стрессовой реакции различна. Она зависит от того, как интерпретируется стрессовый сигнал. Если нагрузки повторяются так, что с ними всегда удается успешно справиться, то стрессовые реакции постепенно ослабевают. На этом основан тренинг организма. Как видим, стресс может иметь и положительное значение. Если он не очень интенсивен, то приводит к адаптации и, собственно, вынуждает повысить продуктивность. В этом случае он является предпосылкой повышения активности жизни.

СТАДИЯ ИСТОЩЕНИЯ

Если повреждающий стимул продолжает действовать и далее, все предшествующие адаптационные усилия могут оказаться напрасными. Стресс, с которым не удается справиться организму, требует столько энергии, что временно установившееся равновесие вновь нарушается, и вся система расстраивается. У животного начинается третья стадия, состояние истощения, признаки которого во многом схожи с проявлениями стадии тревоги.

Локальное истощение некоторых органов или частей тела, как и местное повреждение ткани, знаменует конечную стадию только в рамках локального адаптационного синдрома. Только при локализованном стрессе расходуются наиболее доступные местные резервы, что ведет к местному истощению, и деятельность перегруженной части тела автоматически прекращается. Это важный защитный механизм, который таким путем позволяет пополнить запасы адаптационной энергии во время вынужденного отдыха за счет менее доступных местных резервов или более отдаленных запасов тела. Выглядит это так, как если бы во всем теле были скрыты запасы адаптационной энергии. И лишь когда все ее запасы исчерпаны, наступает необратимое состояние истощения, за которым следует смерть. В последнюю фазу общего адаптационного синдрома — стадию истощения — организм вступает также из-за старости к концу жизни [231].

ЛОКАЛЬНЫЙ (МЕ)
СИНДРОМ

По характеру те
ром (ЛАС) во
ный синдром. З
Равнение или пр
рез кожу вызыв
ную реакцию (1
Во второй фазе
розной ткани,
инфекции в сосе
начинается нек
что позволяет у
ления.

ПСИХИЧЕСКИЙ

Психические пр
териальным су
мой. Поэтому п
ведливые для ф
психического
способностью п
способностью к ад
сы, а иногда э
чем во всем о
нервная систе
информацион
клеткам, псих
вреждениям, п
ней среды. И
к душевной с
ных. Ведь м
были получе
вотных. Надо
различные не
что условия
ние одного п
коровы идут
опасением о
попы или на
Подобно
важно посту
в Закал 1852

ЛОКАЛЬНЫЙ (МЕСТНЫЙ) АДАПТАЦИОННЫЙ СИНДРОМ

По характеру течения локальный адаптационный синдром (ЛАС) во многом напоминает общий адаптационный синдром. Здесь тоже можно наблюдать три фазы. Ранение или проникновение вирулентного микроба через кожу вызывает в первой фазе острую воспалительную реакцию (покраснение, опухание, болезненность). Во второй фазе вокруг очага образуется барьер из фиброзной ткани, которая препятствует распространению инфекции в соседние участки, и, наконец, в третьей фазе начинается некроз — распад ткани в воспаленном месте, что позволяет устранить воспалительные гнойные выделения.

ПСИХИЧЕСКИЙ СТРЕСС

Психические процессы неразрывно связаны со своим материальным субстратом — центральной нервной системой. Поэтому понятно, что многие закономерности, справедливые для функции тканей, будут справедливы и для психического компонента. Живое вещество обладает способностью приспосабливаться к условиям среды. Способностью к адаптации обладают и психические процессы, а иногда эта способность развита здесь даже лучше, чем во всем остальном организме, так как центральная нервная система располагает наиболее совершенными информационными механизмами. Подобно соматическим клеткам, психика подвержена стрессам и различным повреждениям, причина которых кроется в условиях внешней среды. И это справедливо не только по отношению к душевной сфере человеческой жизни, но и для животных. Ведь многие сведения, используемые в медицине, были получены и экспериментально проверены на животных. Надо полагать, что и у животных возникают различные невротические состояния, обусловленные тем, что условия жизни порой радикально меняются в течение одного поколения. Мы видим, с каким недоверием коровы идут на первых порах в доильный зал, с каким опасением они вступают в первый раз на решетчатые полы или на приподнятое над полом логово.

Подобно тому как для живого вещества жизненно важно поступление и расходование энергии, для под-

держания нормального состояния психики необходимы прием и выдача информации. Недостаток информации вызывает у экспериментально изолированных животных типичные признаки стресса. У крыс и мышей меняется поведение, надпочечники увеличиваются в размерах, тимус атрофируется и начинается мобилизация кортикоидов. Но если в клетке содержатся не одна, а две особи, то этого уже достаточно, чтобы ни стресс, ни нарушение эндокринного равновесия не наступили¹ [51].

Характерные изменения в поведении вследствие изоляции мы наблюдали и в своих опытах на дойных коровах. Корова, переведенная в новое помещение и оставленная в нем в одиночестве, отчаянно бегала по стойлу, мычала, отказывалась от корма, не ложилась и не успокоилась окончательно даже на следующий день. Нужно отметить, однако, что не у всех животных реакция одинакова, встречаются и менее реактивные типы.

Не только изоляция, но и пресыщение информацией превращается в стрессовую ситуацию. Селье (цит. по [51]) установил, что если в лабораторном опыте плотность популяции возрастает, то у животных гипертрофируются надпочечники, уменьшается в размерах тимус, снижается плодовитость. Сперматогенез задерживается и ослабевает, половые циклы удлиняются, опаздывает овуляция. Повышается эмбриональная смертность, лактация и рост прекращаются. Одновременно снижается устойчивость к болезням. Более слабые типы погибают из-за быстрой мобилизации катехоламинов, шока или инфекции, поскольку при избыточном образовании кортикоидов иммунитет понижен.

Стрессом гораздо сильнее поражаются животные низшего социального ранга; надпочечники у них увеличены, тимус меньше, уровень кортикоидов в плазме высок. У доминирующих особей ни до нарушений плодовитости, ни до снижения массы не доходит. У дикоживущих видов популяционный стресс служит, таким образом, орудием естественного отбора и помогает поддерживать

¹ Это справедливо лишь для тех видов, у которых в силу их невысокой агрессивности совместное содержание более чем одной особи в сравнительно небольшой клетке вообще возможно. У многих видов попытки совместного содержания нескольких особей в одном помещении приводят к постоянным дракам, социальному стрессу и нередко к гибели более слабых индивидов. Разумеется, важным фактором является и величина помещения. — Прим. ред.

равновесие в популяции. Что же касается домашних животных, то знания в этой области важны для нас в плане принятия решений о рациональной величине групп и о правильных размерах помещений.

НАРУШЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО РИТМА

Важным вспомогательным средством при адаптации являются механизмы биологических ритмов. Они обеспечивают временную координацию отдельных функций организма независимо от изменения внешних условий. Общеизвестны периодические колебания температуры тела или кровяного давления, колебаниям подвержены и другие физиологические показатели. Все эти ритмы эндогенного происхождения; они не связаны ни с изменениями температуры в течение дня, ни с циклами освещения. Это доказывается тем, что ритмика не изменяется, даже если поместить организм в условия постоянной температуры и непрерывного освещения [174]. Биологические ритмы обладают высокой инертностью. Регулярное повышение и снижение уровня кортизола в плазме происходит независимо от того, спит животное или бодрствует. Уровень аминокислот в плазме также сохраняет свой биологический ритм независимо от характера рациона. Однако экспериментально установлено, что биологический ритм можно нарушить введением кортизона [51]. Таким образом, одним из последствий гиперфункции надпочечников при стрессе является нарушение биологического ритма, а отсюда и многих биологических функций. Но «внутренние часы» приспособлены к определенному суточному ритму и способны выдерживать его отклонения только до известного предела. Отклонения, превосходящие этот предел, действуют как нагрузка со всеми вытекающими отсюда последствиями.

ВЛИЯНИЕ СТРЕССА НА РОСТ

Для нормального роста необходимо адекватное функционирование системы желез внутренней секреции. Здесь чрезвычайно важную роль играет передняя доля гипофиза, которая посредством различных гормонов, в особенности соматотропного гормона (СТГ), поддерживает процесс роста.

О росте в подлинном смысле слова мы говорим только в отношении молодых особей. До сих пор неизвестно, в чем состоит готовность тканей к росту у молодых индивидов. В период готовности к росту ткани наиболее чувствительны к действию СТГ. Мышцы нарастают, внутренние органы увеличиваются в размерах, кожа утолщается. Бросаются в глаза изменения скелета. Здесь СТГ стимулирует образование хряща и постепенную замену его костной тканью.

В зрелом организме роль СТГ состоит уже не в поддержании роста, а во влиянии на белковый обмен. Этот гормон способствует удержанию азота в теле, обеспечивает положительный азотный баланс, стимулирует синтез белков в организме. От него зависит использование аминокислот. При недостатке СТГ даже синтез белков из аминокислот замедляется, а при его избытке, напротив, усиливается выше нормы.

Кроме того, соматотропный гормон влияет на обмен углеводов и жиров. Вмешательство СТГ в обмен жиров состоит в том, что он мобилизует жир из резервных тканей и обеспечивает его перемещение в печень. В самом окислении жиров этот гормон, вероятно, уже не участвует, там необходимо участие тироксина. Во время нагрузок соматотропный гормон используется преимущественно в этой последней своей функции, стимулируя синтез белков лишь избирательно, в поврежденных местах.

Адренокортикотропный и соматотропный гормоны действуют антагонистически. Их антагонизм проявляется уже в том, что адренокортикотропный гормон оказывает на белки катаболическое действие, тогда как соматотропный способствует синтезу белков. Адренокортикотропный гормон (АКТГ) стимулирует в коре надпочечников выделение веществ, которые оказывают противовоспалительное действие, соматотропный же гормон вызывает, по-видимому, в коре надпочечников образование воспалительных кортикоидов [57]. Что же касается влияния на рост молодых особей, то оба гормона опять-таки действуют антагонистически. Если соматотропный гормон за свое стимулирующее действие на рост получил название «гормон роста», то адренокортикотропный гормон, напротив, сильно тормозит рост.

В здоровом организме после нагрузки оба гормона мобилизуются в гармоническом равновесии и в определенной последовательности. Очень быстро начинается

секреция АКТГ, который обеспечивает материал для синтеза белков. С некоторым запозданием начинает выделяться СТГ, который использует этот материал для ремонта повреждений. Однако при чрезмерном выделении АКТГ равновесие между действием обоих гормонов нарушается, в моче появляется избыток калия, задерживается синтез белков. Поэтому не удивительно, что молодые особи, часто подвергающиеся действию различных стрессоров, отстают в росте. Кроме того, наблюдающееся при стрессе сужение сосудов влечет за собой недостаточное кровоснабжение тканей и неадекватное их питание, что повышает чувствительность тканей к угнетающему влиянию гормонов на рост [231].

В процессах роста в организме участвует еще один продукт передней доли гипофиза — тиреотропный гормон. Если соматотропный гормон действует на ткани непосредственно, то тиреотропный гормон влияет на них через щитовидную железу, которую он стимулирует к выделению тироксина — одного из важнейших стимуляторов обмена веществ. Тироксин положительно влияет двумя путями: своим присутствием в тканях он значительно усиливает эффект соматотропного гормона [50], и кроме того, он повышает интенсивность обмена веществ.

В некоторых случаях общий адаптационный синдром при стрессе отклоняется от нормы вследствие избыточного образования тиреотропного гормона, которое приводит к гиперфункции щитовидной железы, например при базедовой болезни. Такие условия иногда развиваются сразу после необыкновенно острого душевного переживания. Общий адаптационный синдром обычно нарушается в том смысле, что гипофиз начинает выделять много тиреотропного гормона и поэтому не в состоянии вырабатывать достаточное количество адренокортикопного гормона. Это случается не только у людей. Селье [231] указывает, что у диких кроликов избыточное образование тиреотропного гормона после испуга бывает столь сильным, что блокирует выделение адренокортикопного гормона, в результате чего защитная реакция становится невозможной.

Отрицательно влияет на процессы пищеварения (и следовательно, на рост) также адреналин, который при стрессе выделяется в повышенном количестве. Он угнетает перистальтику кишечника, а в пищеварительных железах — секрецию ферментов [101].

ВЛИЯНИЕ СТРЕССА НА ПЛОДОВИТОСТЬ

Уже в первых описаниях общего адаптационного синдрома Селье упоминает и о том, что состояние интенсивного и длительного стресса связано с различными половыми расстройствами. Во время стресса половые железы сморщиваются и теряют свою активность по мере увеличения массы и повышения активности надпочечников. Половые железы стимулируются гонадотропными гормонами передней доли гипофиза, подобно тому как деятельность надпочечников стимулируется адренокортикотропным гормоном. Когда же при мобилизации за-

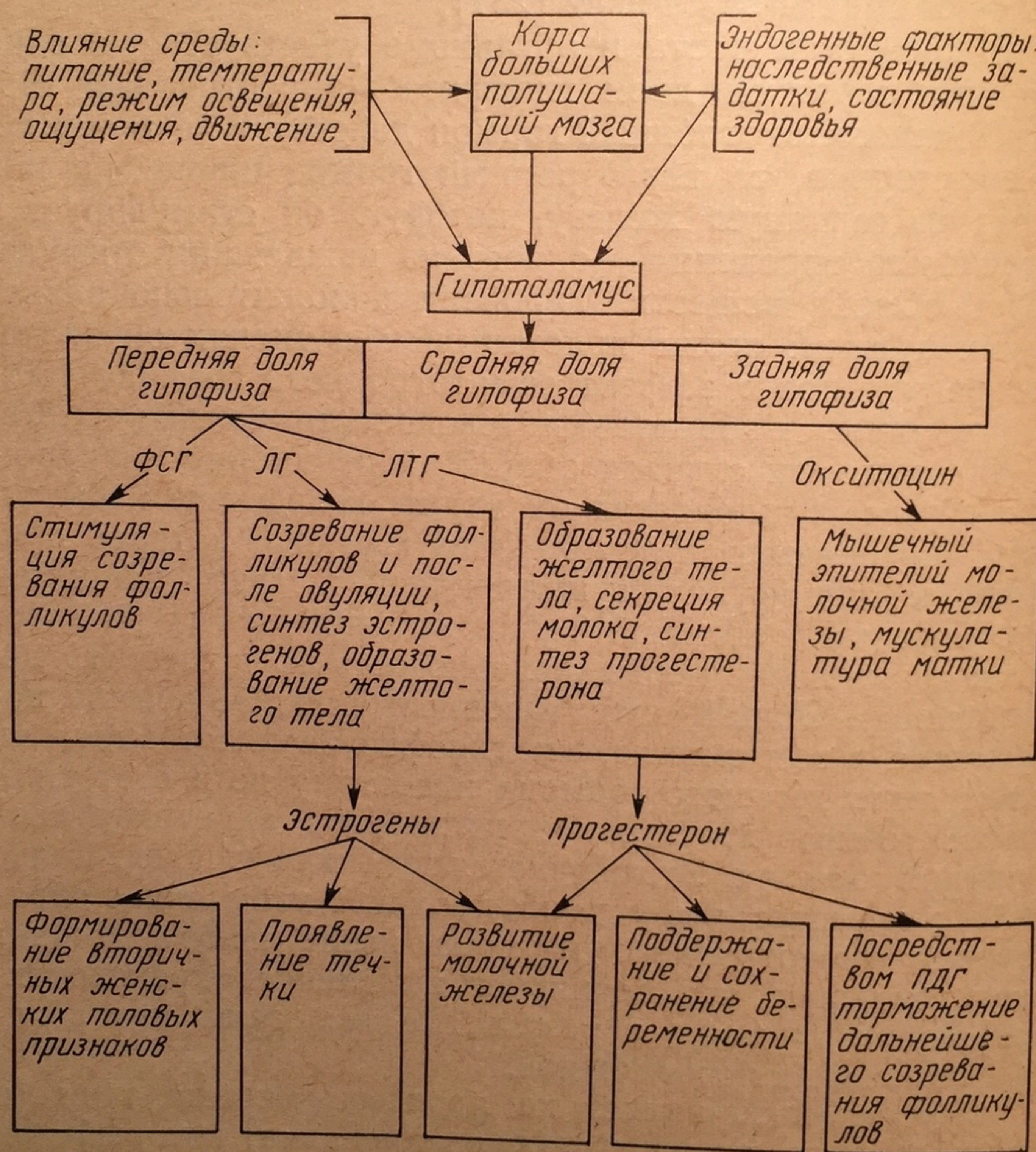


Рис. 14. Взаимосвязи между факторами среды и нервной и гормональной системами при регуляции деятельности половых желез у женских особей.

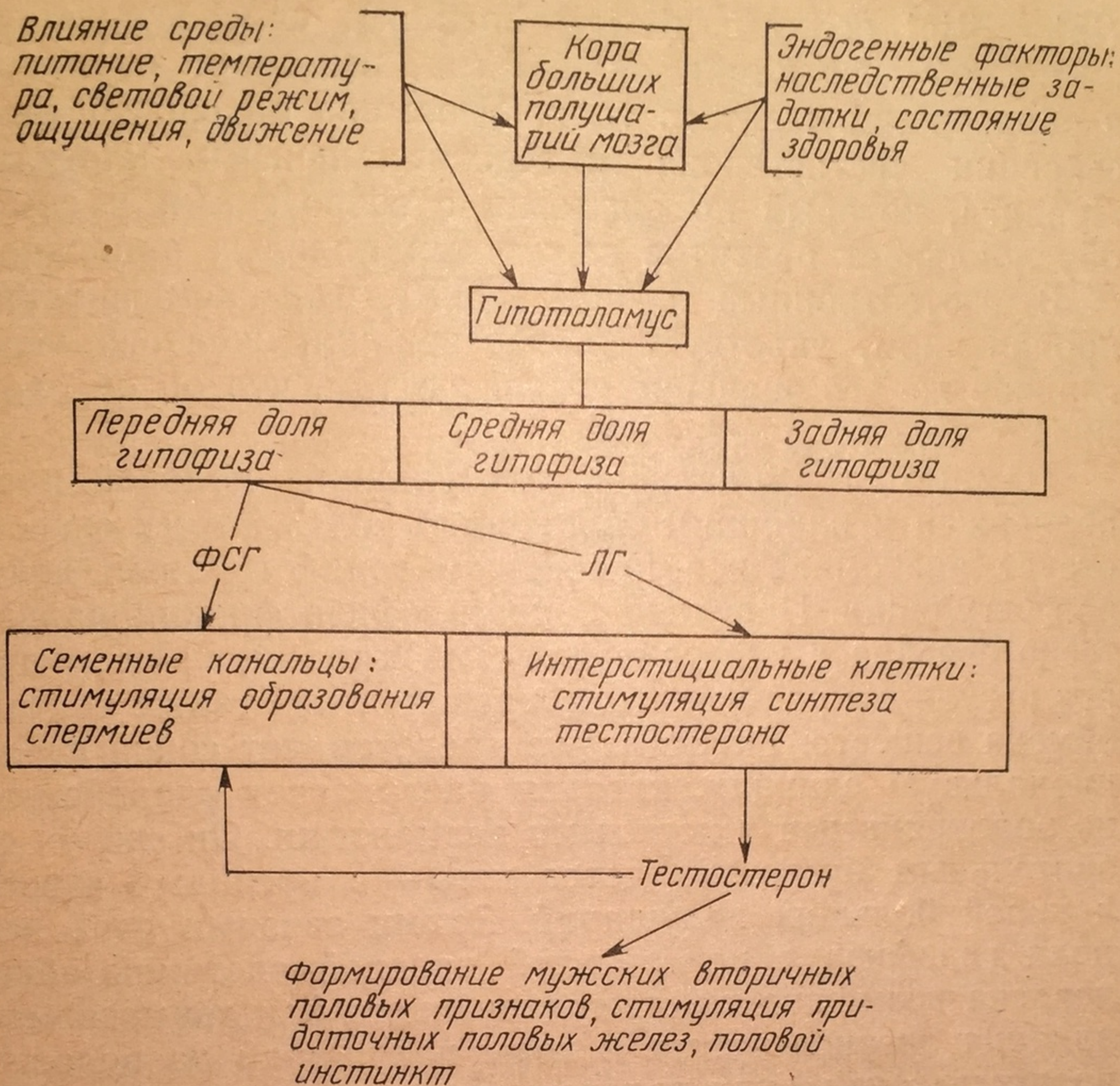


Рис. 15. Взаимосвязи между факторами среды и нервной и гормональной системами при стимуляции деятельности половых желез у мужских особей.

защитных механизмов гипофиз в состоянии стресса увеличивает секрецию адренокортикотропного гормона, необходимого для сохранения жизни, неизбежно снижается выработка и других гипофизарных гормонов, поскольку в этот критический для организма период потребность в них не столь значительна.

Развитие половых желез и их функции регулируются тремя гонадотропными гормонами передней доли гипофиза (рис. 14 и 15):

1) фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) у обоих полов регулирует развитие зародышевого эпителия. У самцов он поддерживает сперматогенез, у самок — рост фолликулов и синтез эстрогенов;

2) лютеинизирующий гормон (ЛГ), называемый также гормоном, стимулирующим интерстициальные клетки

(interstitial cell stimulating hormon), способствует завершению созревания яйцеклеток, вызывает овуляцию и образование желтого тела. У самцов он способствует секреции тестостерона интерстициальными клетками Лейдига, который по аналогии с эстрогенами у самок обуславливает развитие вторичных половых признаков;

3) лютеотропный гормон (ЛТГ), называемый также пролактином, участвует в образовании желтого тела; главное же его значение состоит в том, что он обуславливает молочную секрецию.

Помимо гормональной стимуляции, половой цикл подвержен и влияниям со стороны ЦНС. Этому способствует анатомическое положение гонадотропных центров регуляции. Передняя доля гипофиза функционально тесно связана с гипоталамусом, в котором, кроме центров регуляции размножения, расположены также центры обмена веществ. Гипоталамус представляет собой функциональную единицу, которая располагает одновременно эндокринными и нервными элементами. Он связан со зрительным бугром, а через него — с органами чувств и корой больших полушарий. Этими связями передней доли гипофиза с центральной нервной системой обусловлена возможность стимулирующего или тормозящего влияния органов чувств и коры полушарий на половые процессы. Активация полового инстинкта и поиски партнера возникают как реакция на обонятельные, зрительные и слуховые раздражения нервных рецепторов¹. Гипоталамические центры, управляющие размножением, очень чувствительно реагируют и на все отрицательные стимулы как метаболического, так и психического характера. Не только недостаток важнейших компонентов корма (незаменимых аминокислот, витаминов, минеральных веществ, микроэлементов), но и длительное пребывание в темноте или тяжелые и периодически повторяющиеся психические нагрузки могут обусловить нарушение функции системы промежуточный мозг — гипофиз и привести к прекращению деятельности половых желез и угнетению полового инстинкта.

В определенных фазах полового цикла некоторые явления определяются не только гонадотропными гормонами передней доли гипофиза, но и другими гормонами.

¹ В стимуляции полового инстинкта не меньшую роль играют и внутренние эндогенные физиологические процессы. — Прим. ред.

Так, гормон окситоцин, вырабатываемый задней долей гипофиза, вызывает сокращения выводящих путей половых органов самки. Волны сокращений в матке и яйцеводах во время течки должны проходить в каудокраниальном направлении¹, что будет способствовать продвижению семенной жидкости к яйцеклеткам. Напротив, сокращения должны происходить в противоположном направлении. Поэтому направление и интенсивность сократительных движений должны быть точно скоординированы во времени с половыми циклами. Экспериментально доказано, что на волны сокращения можно повлиять внутривенной инъекцией адреналина [64]. Аналогичное действие может оказать и повышенный уровень адреналина при нагрузке. К тому же при пониженной активности гонадотропных гормонов высвобождается меньше эстрогенов, и сократительные движения отличаются меньшей интенсивностью, с одной стороны, из-за недостаточной сенсibilизации² эстрогенами стенок матки (эта сенсibilизация необходима для дальнейшего влияния на стенки матки окситоцина), с другой же стороны, сам окситоцин частично инактивируется повышенным уровнем адреналина, антагонистическим по отношению к окситоцину.

Окситоцин вместе с другими гормонами стимулирует также процесс родов. В условиях физиологической нормы он повышает тонус матки, вызывает ее сокращения и изгнание плода. Эстрогены плаценты во время родов обеспечивают кровоснабжение шейки матки, расслабление тазовых связок и увлажнение мягких родовых путей. Вероятно, решающее значение для раскрытия шейки матки имеет меланофоровый гормон передней доли гипофиза. У коров во время стельности содержание этого гормона повышается, а после отела падает ниже нормального уровня. Установлено, что его действие нейтрализуется дезоксикортикостероидом, а именно минералокортикоидом [40].

В подготовке к родовому акту принимает участие гормон релаксин, который вырабатывается в матке и плаценте. Он действует на костные и соединительноткан-

¹ От хвостового отдела к головному. — *Прим. ред.*

² Сенсibilизация — повышение чувствительности ткани к действию какого-либо вещества за счет более раннего действия на эту ткань другого вещества. — *Прим. ред.*

ные родовые пути, способствуя расслаблению связок лонного сочленения. Однако он действует только на тазовые связки, предварительно сенсibilизированные эстрогеном и прогестероном.

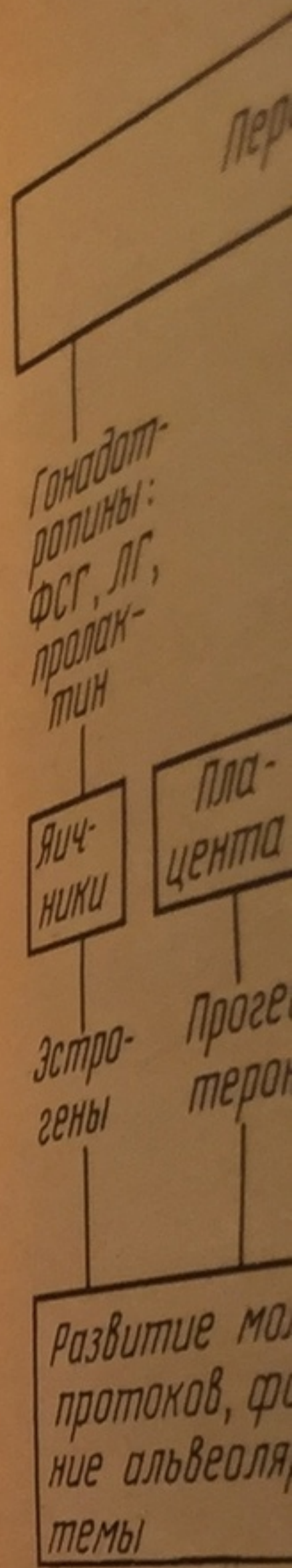
Более частое задержание последа у коров, подвергшихся сильной нагрузке, Бродауф и Воханка [40] объясняют воспалительными изменениями и недостаточным действием окситоцина в процессе ретракции и обратного развития матки. Лишь в отдельных случаях задержание последа является следствием тяжелых родов. У таких коров часто встречаются и различные кожные заболевания, панариций и трихофития, которые тоже указывают на расстройство общего адаптационного синдрома в форме повышенной воспалительной активности.

Почти у всех телят, погибших во время родов, отмечаются изменения в области желудка и кишок, которые являются симптомами реакции тревоги при общем адаптационном синдроме. Стрессом здесь следует считать дефицит кислорода при длительном прохождении через недостаточно раскрытые родовые пути.

Из вышеизложенного очевидно, что гонадотропные гормоны влияют на плодовитость особи как до наступления половой зрелости, так и в период всей половой активности. Неблагоприятные условия во время выращивания, угнетающие активность гонадотропинов, являются причиной недоразвитости половых желез и недостаточной выраженности вторичных половых признаков. При снижении активности гонадотропного компонента гормонов гипофиза в яичниках в период половой зрелости не созревают яйцеклетки, а овуляция не сопровождается признаками охоты или они выражены столь слабо, что проходят незамеченными. Следствием недостаточной гонадотропной активности может быть неполная имплантация зиготы, аборт или смертность эмбрионов, осложненные роды, задержание последа, гнойные воспаления матки и неспособность к последующему оплодотворению.

ВЛИЯНИЕ СТРЕССА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ

У млекопитающих без лактации невозможно сохранение вида. Такие жизненно важные функции никогда не регулируются только одним механизмом. Они всегда га-



Развитие молочной железы

Рис. 16. Влияние стресса на деятельность молочной железы.

рантированы
участвует в
только эндо
межуточным
ниями и т. п.
Ход лактации
(рис. 16):
— развитие
— синтез
— выведение
На развитие
ника. Первые
ходов обуслав
яичниках, а
вание молоч
прогестерон
развитие м
зывается во

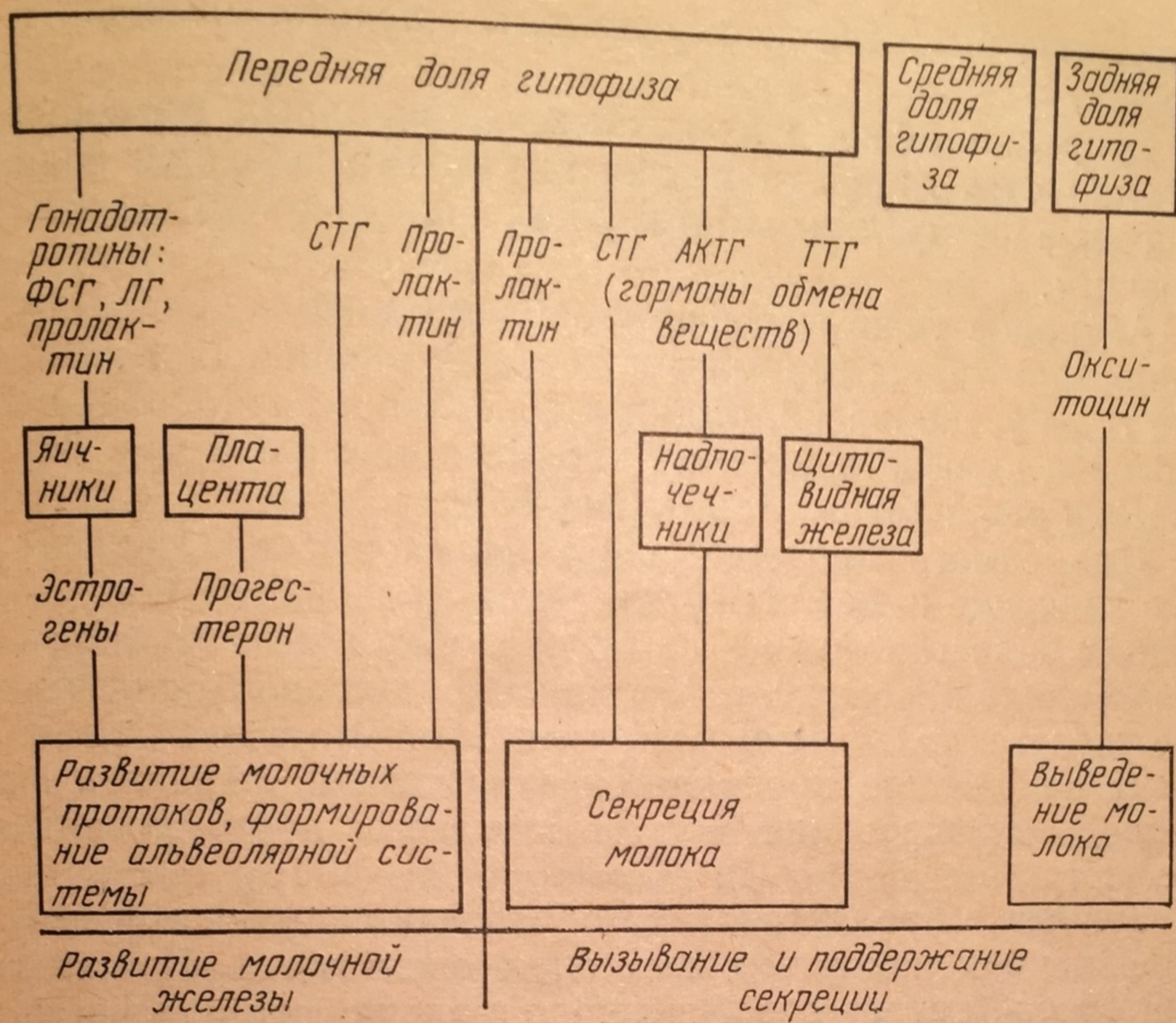


Рис. 16. Влияние гормонов на развитие и деятельность молочной железы.

рантированы с перестраховкой, и в них, строго говоря, участвует весь организм. Лактация контролируется не только эндокринной системой, но и питанием, всем промежуточным обменом, нервными и психическими влияниями и т. п.

Ход лактации определяется тремя группами явлений (рис. 16):

- развитием и строением молочной железы;
- синтезом и секрецией молока;
- выведением молока.

На развитие молочной железы влияют гормоны яичника. Первую фазу развития — разрастание молочных ходов обуславливают эстрогены, которые образуются в яичниках, а именно в графовых пузырьках. Формирование молочной железы завершается под влиянием прогестерона, который своим присутствием стимулирует развитие молочных альвеол. Много прогестерона образуется во время беременности, когда его вырабатывает

полностью развитое желтое тело, а у некоторых видов и плацента.

Секреция обоих упомянутых овариальных гормонов регулируется гонадотропными гормонами передней доли гипофиза — фолликулостимулирующим и лютеинизирующим.

Активное участие в формировании молочной железы принимает также гормон роста соматотропин. В последние годы установлено, что он в сочетании с пролактином способен вызывать у крыс рост молочных альвеол и без участия овариальных гормонов [243].

Для самого процесса образования молока важнейшее значение имеет еще один гонадотропный гормон передней доли гипофиза — пролактин. Он вызывает секрецию молока в молочной железе после родов при условии, что железа полностью дифференцирована. Однако действие пролактина проявляется в известной степени и в период формирования молочной железы в стимуляции ее роста.

Действие пролактина при образовании молока функционально дополняется действием окситоцина. Последний способствует освобождению молока из молочных альвеол. Благодаря этому уменьшается давление скопившегося в альвеолах секрета на эпителиальные клетки и капилляры и может продолжаться синтез молока. Положительное влияние окситоцина на молокообразование экспериментально подтверждено Мейтесом [173]. Он показал, что введение одного пролактина не оказывает такого сильного стимулирующего воздействия на молокообразование, как в сочетании с окситоцином. Известно, однако, что антагонистом окситоцина является адреналин. Его повышенная секреция при стрессе препятствует полному проявлению стимулирующего действия пролактина на синтез молока.

В то же время норадреналин (второй из катехоламинов), выделяющийся в кровь во время реакции тревоги, вызывает сильное сокращение капилляров. Как известно, для образования одного литра молока через вымя должно пройти около 300—400 л крови. Если же капилляры молочной железы то и дело сокращаются, то такое количество крови не может пройти через ее ткани. В результате этого снижается секреция молока, что ведет к явному снижению удоя и преждевременному запуску.

Уже из описания прямых связей следует, что при нагрузках, когда в гипофизе преобладает секреция метаболитических гормонов в ущерб гонадотропинам, эндокринные условия как для развития молочной железы, так и для ее секреторной деятельности очень неблагоприятны. Повторяющиеся нагрузки отрицательно сказываются на формировании молочной железы у молодых особей, на ее регенерации во время сухостоя перед началом новой лактации и на самой молочной продуктивности.

Не следует забывать также, что молочная железа — это орган с чрезвычайно активным обменом веществ. Для ее непрерывного функционирования требуется непрерывное и сбалансированное поступление компонентов для синтеза молока, а также ферментов, обеспечивающих превращения веществ. В поддержании функции молочной железы участвуют метаболитические гормоны многих желез: щитовидной, поджелудочной, надпочечников и гипофиза. Во время стресса все метаболитические процессы в организме направлены на мобилизацию энергетических ресурсов для преодоления нагрузки. Преобладают процессы катаболизма, и синтез молока становится для организма менее важной, а то и нежелательной функцией. В такой ситуации снижение молочной продуктивности можно считать одной из защитных мер организма.

Регуляция синтеза молока не является монополией гормонов. За последние годы было получено много доказательств влияния на молочную железу центральной нервной системы. Выяснилось, что к тканям железы подходит множество нервных волокон — хеморецепторов, барорецепторов, терморецепторов, которые непрерывно и точно информируют центральную нервную систему о составе крови и молока и об их содержании в вымени.

Речь идет не только о поступлении информации из самой молочной железы. Влияния, стимулирующие или тормозящие молокообразование и молокоотдачу, могут поступать и с высших ассоциативных уровней. Стимулом для молокоотдачи может стать приближение теленка, шум доильной машины или приход в доильный зал. С другой стороны, животноводам давно известно, что во время доения животных нельзя беспокоить. Если в этот момент их что-то напугает, молокоотдача прекращается. Полнота выдаивания зависит также от способа

доения и обращения дояра с животным. Если доение воспринимается как стресс, то негативные ощущения животного могут неблагоприятно сказаться на продуктивности.

ВЛИЯНИЕ СТРЕССА НА КАЧЕСТВО МЯСА

Для лучшего понимания влияния стресса на качество мяса мы вкратце рассмотрим процессы, происходящие в мышцах после убоя животного.

Спустя некоторое время мышцы убитых животных сохраняют свойства, присущие им при жизни, т. е. эластичность, возбудимость, способность к сокращению. Вскоре мускулатура коченеет, теряет эластичность и переходит в состояние, обозначаемое как «*rigor mortis*» (трупное окоченение). В это время в мышечных волокнах происходят многие химические изменения. Вследствие недостаточного поступления питательных веществ и кислорода нарушается динамическое равновесие и в мышцах начинают преобладать процессы катаболизма. Гликолитические ферменты расщепляют гликоген и глюкозу до молочной кислоты, а реакция становится кислой. Однако причиной окоченения мышц является не образование молочной кислоты (этот процесс наблюдается и при щелочной реакции), а истощение аденозинтрифосфата (АТФ), который служит непосредственным источником энергии для сокращения мышц.

Содержание молочной кислоты в мышцах имеет очень большое значение, так как величина рН является показателем стадии созревания мяса, его сохраняемости и пригодности для различных способов кулинарной обработки. В живой мышце реакция близка к нейтральной (рН 7, 0). Процессы послеубойного гликолиза сдвигают ее в большей или меньшей степени в кислую сторону до конечной величины, специфической для каждого вида мяса. Важно, чтобы эти процессы протекали медленно. Мясо крупного рогатого скота принимает характерную для него реакцию через 48 часов [129].

В свинине в нормальных условиях конечные величины рН обычно достигаются спустя 24 часа и составляют от 5,6 до 6,4 [18].

У животных, которые незадолго до убоя, например во время транспортировки, подвергались физической и психической нагрузке, особенно влияниям высокой тем-

пературы, нарушается ход процессов, происходящих в мышцах перед убоем и после него.

Стресс вызывает повышенную секрецию адреналина, который способствует расщеплению гликогена в печени. Из-за недостаточного снабжения кислородом этот процесс большей частью протекает в анаэробных условиях, поэтому еще при жизни животного начинает образовываться молочная кислота в повышенном количестве. рН мяса у забитых в этом состоянии животных сразу после убоя всегда ниже.

Состояние усталости сказывается и на скорости окоченения мышц после убоя. Адреналин, выделяемый в стадии тревоги, является активатором обмена веществ в мышцах и ускоряет расходование фосфатов. Недостаток аденозинтрифосфата и креатинфосфата ускоряет потерю эластичности мышечными волокнами и вызывает преждевременное их окоченение.

Преждевременное окоченение мышц и ускоренное снижение величины рН сопровождаются ухудшением и других показателей качества мяса. Это проявляется в крайне светлой окраске мяса, сильном отделении сока и разрушении структуры. Аденозинтрифосфат, который в момент убоя содержится в мышцах в изобилии, образует некоторые соединения с ионами кальция и магния, что повышает способность тканей удерживать воду. Но более простые фосфаты уже не могут связывать ионы кальция и магния, поэтому вследствие быстрого расходования аденозинтрифосфата способность удерживать воду уменьшается.

С этой точки зрения очень чувствительны к стрессу свиньи мясного типа, особенно породы пьетрен и датский ландрас [25, 247]. В качестве возможных стрессоров следует назвать погодные условия, характер транспортировки, а также физические и психические нагрузки перед убоем. Все эти факторы способны вызвать выделение в кровь адреналина. Экспериментально установлено, что действие на мускулатуру переменного тока электропогонялки вызывает повышение активности аденозинтрифосфатазы, а отсюда и быстрое снижение рН.

Из погодных факторов наибольшей нагрузкой для организма является, по-видимому, температура. Форрест и др. [78] экспериментально показали, что тепловая нагрузка приводит к учащению дыхания и пульса. Резкое

Таблица

Изменения в мясе крупного рогатого скота после убоя

Мускулатура	Время взятия пробы после убоя, часов	Содержание молочной кислоты, мг/100 г	Содержание гликогена, мг/100 г	pH	Мускулатура	Время взятия пробы после убоя, часов	Содержание молочной кислоты, мг/100 г	Содержание гликогена, мг/100 г	pH
Лопатки	0,2	283	714	6,82	Диафрагмы	0,5	166	776	6,94
	2	360	596	6,67		2	220	693	6,86
	4	438	275	6,54		4	308	622	6,60
	8	512	308	6,33		8	378	557	6,40
	24	743	82	5,94		24	426	414	6,20
	48	819	0	5,58		48	547	383	5,82

ускорение работы сердца приводит к тому, что мясо становится бледным, мягким и водянистым.

Чувствительность животных к стрессу можно снизить с помощью различных транквилизаторов. Чтобы воспрепятствовать ухудшению качества мяса, можно применять кортизоны. Проводятся также опыты и по обработке мяса после убоя, в частности путем быстрого удаления сала для ускорения охлаждения мяса или же замораживание в теплом состоянии [18].

В США для быстрого замораживания экспериментально применяется жидкий азот [188]. Результаты оказались довольно благоприятными. Однако наибольшего эффекта в этом смысле можно ожидать от применения соответствующей программы селекции. Критерием селекции наряду с качеством мяса должна быть также способность животного приспосабливаться к различным условиям среды. В то же время необходимо тщательно изучить требования мясных свиней к условиям среды, чтобы эти условия можно было оптимизировать. Это требует весьма критического рассмотрения способов содержания, кормления и технологии производства.

Т а б л и ц а

Изменения в мясе крупного рогатого скота после убоя

Мускулатура		Время взятия пробы после убоя, часов	Содержание молочной кислоты, мг/100 г	Содержание гликогена, мг/100 г	pH
Мускулатура		Время взятия пробы после убоя, часов	Содержание молочной кислоты, мг/100 г	Содержание гликогена, мг/100 г	pH
Лопатки	Диафрагмы	0,2	283	714	6,82
		2	360	596	6,67
		4	438	275	6,54
		8	512	308	6,33
		24	743	82	5,94
		48	819	0	5,58
		0,5	166	776	6,94
		2	220	693	6,86
		4	308	622	6,60
		8	378	557	6,40
		24	426	414	6,20
		48	547	383	5,82

ускорение работы сердца приводит к тому, что мясо становится бледным, мягким и водянистым.

Чувствительность животных к стрессу можно снизить с помощью различных транквилизаторов. Чтобы воспрепятствовать ухудшению качества мяса, можно применять кортизоны. Проводятся также опыты и по обработке мяса после убоя, в частности путем быстрого

Из
животных
пожалу
косвенн
Прямы
при оч
де и ве
состоит
Пр
ных ж
от кли
нако
повыш
тор

Содержание молочной кислоты, мг/100 г	Содержание гликогена, мг/100 г	pH
66	776	6,94
20	693	6,86
08	622	6,60
78	557	6,40
26	414	6,20
47	383	5,82

что мясо ста-

можно сни-
ров. Чтобы
яса, можно
опыты и по
ем быстрого
яса или же

эксперимен-
льтаты ока-
наибольшего
применения
итерием се-
быть также
различным
о тщательно
зиям среды, Это
ровать. Это
я способов
зводства.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

Из множества факторов, оказывающих влияние на животное, климатические относятся к сложнейшим и, пожалуй, даже к важнейшим, поскольку прямым или косвенным путем действуют на организм комплексно. Прямые климатические нагрузки падают на организм при очень высоких температурах, солнечном зное, дожде и ветре. Косвенное влияние климатических факторов состоит в их влиянии на количество и качество корма.

Правда, воздействие этих факторов на одомашненных животных, которых люди искусственно защищают от климатических влияний, обычно менее выражено. Однако некоторые системы содержания все же связаны с повышенным воздействием ряда климатических факторов. Это те системы содержания, которые связаны с пастбой животных, и те способы содержания, при которых для животных строят легкие, зачастую открытые помещения со свободным доступом к выгулам.

ТЕМПЕРАТУРА

Одним из важнейших внешних факторов является температура, поскольку ее влияние заставляет организм держать наготове адаптационные механизмы, которые при температурных колебаниях способствуют сохранению постоянства внутренней среды.

ТЕМПЕРАТУРА ТЕЛА

Постоянство температуры внутренней среды относительно. Одинаковая температура всех частей организма была бы возможна только при отсутствии теплообмена между телом и средой. Но гомойотермные животные непрерывно выделяют тепло и выводят его во внешнюю

среду, поэтому неизбежен тепловой градиент от более теплых внутренних сред организма к менее теплой его поверхности. Кроме теплового градиента, между центром тела и его периферией (кожей) существуют тепловые градиенты от туловища к конечностям и хвосту.

Факторы, которые определяют температуру органов и тканей, т. е. образование тепла и его потери, в разных частях тела действуют по-разному, а потому и температура отдельных органов и тканей различна. Например, температура мозга, печени, сердца и активной мускулатуры может быть на $1-2^{\circ}\text{C}$ выше, а температура крови в сонной артерии — на $0,2^{\circ}\text{C}$ ниже; в легких температура на $1-2^{\circ}\text{C}$ ниже, чем в брюшной полости [129].

Обычно в качестве показателя внутренней температуры принимается ректальная температура. У млекопитающих она варьирует от 36 до 40°C . Между нормальной температурой тела животного и его размерами связи нет, однако определенное значение в этом смысле имеет возраст. Плод со своим собственным обменом веществ обладает несколько более высокой температурой, чем организм его матери. После рождения у многих видов температура сравнительно лабильна, пока полностью не разовьются механизмы терморегуляции. Затем следует период, когда температура с возрастом постепенно снижается или остается на уровне, характерном для взрослых особей данного вида. Приблизительные величины снижения температуры в зависимости от возраста для отдельных видов сельскохозяйственных животных таковы:

свиньи	с $40,0$ до $39,0^{\circ}\text{C}$
овцы	с $39,9$ до $39,1^{\circ}\text{C}$
крупный рогатый скот	с $39,1$ до $38,3^{\circ}\text{C}$
лошади	с $38,7$ до $37,8^{\circ}\text{C}$

Температура тела повышается во время кормления, мышечного напряжения, в состоянии охоты и течки и к концу беременности; при голодании отмечается ее снижение. Температура тела может временно снизиться после стрижки или после приема большого количества холодной воды.

У домашних животных отмечают суточный температурный ритм. Самая низкая температура обычно наблюдается рано утром, максимальная — вскоре после полудня. На этот ритм сильно влияет распределение актив-

ности и кормлений в течение дня. Важны также влияния температуры окружающей среды в отдельные сезоны года. В условиях Чехословакии мы отмечали, что в летние месяцы у дойных коров температура в среднем на $0,2^{\circ}\text{C}$ выше, чем зимой. Характерные изменения происходят и в связи с половыми циклами. У коровы самые низкие температуры отмечены перед началом течки, в день течки она повышается, во время овуляции снижается и на стадии образования желтого тела вновь повышается.

ТЕРМОНЕЙТРАЛЬНАЯ ЗОНА

В целях достижения высокой продуктивности сельскохозяйственных животных необходимо в соответствии с их производственным назначением охранять от крайних колебаний температуры. Для отдельных видов животных понятие «крайние колебания» не укладывается в одинаковые величины; они отличаются и от величин, которые являются крайними колебаниями для человека. Поэтому важно определить границы нейтральной температурной зоны (Тангль [251] называет ее индифферентной зоной, а Бианка [19] — зоной комфорта), внутри которых все биологические процессы в организме протекают нормально. Если температура падает ниже определенного оптимума, то организм стремится повысить теплопродукцию повышением обмена веществ и снизить потери тепла. При повышении же температуры он стремится наряду с повышением теплоотдачи сократить обмен веществ и соответственно теплопродукцию.

В пределах нейтральной температурной зоны теплопродукция и теплоотдача минимальны. Эта температурная зона ниже, чем температура тела, однако она не имеет точно установленного уровня, поскольку он зависит от многих факторов (кормление, привыкание к окружающей температуре, тепловыносливость животных и, наконец, климатические условия). При поддерживающем уровне кормления термонеutralная зона будет выше, при обильном кормлении — ниже. По данным Тангля [251], для коров она колеблется между 9 и 18°C , для овец — между 12 и 20°C и для свиней — между 20 и 23°C . Однако мнения разных авторов по этому поводу сильно расходятся, в чем нет ничего удивительного, так как эти величины зависят от многих факторов. Так, Би-

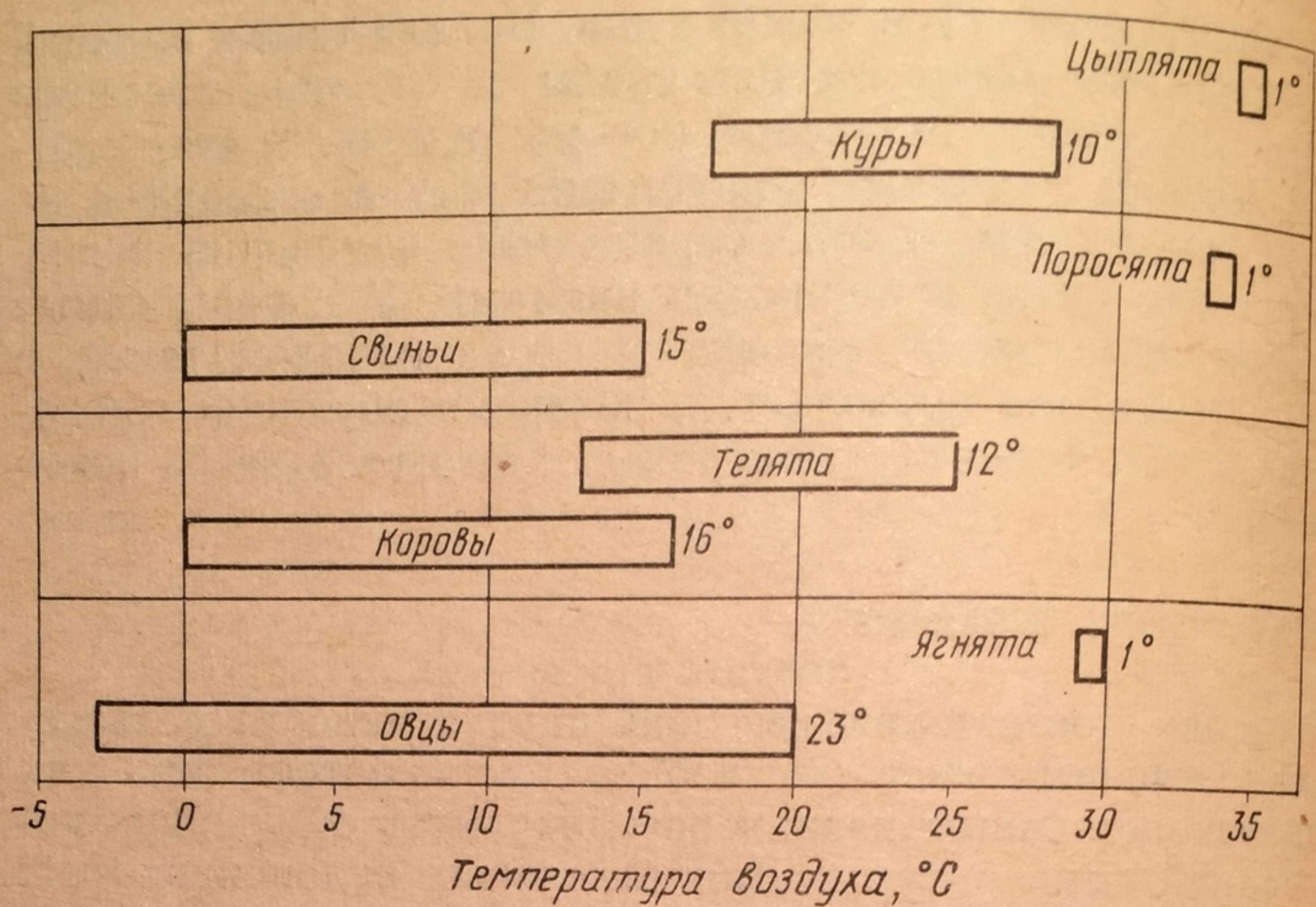


Рис. 17. Термонеutralные зоны для отдельных видов сельскохозяйственных животных [21].

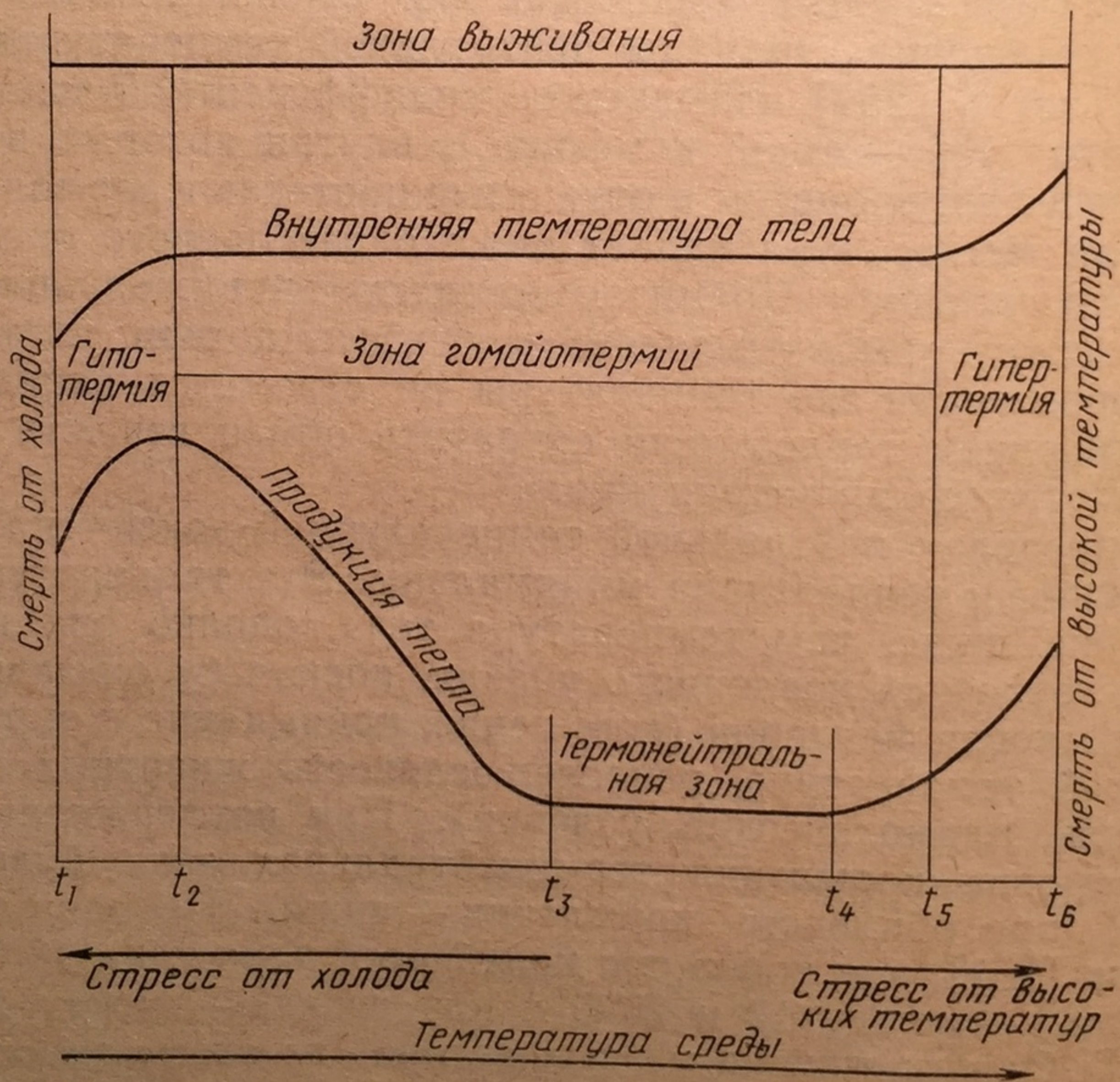


Рис. 18. Изменение теплопродукции и температуры тела у гомеотермных животных в зависимости от температуры среды [19].

анка [22] проводит нижнюю границу термонеutralной зоны гораздо ниже, чем другие авторы, тем самым допуская более широкий диапазон колебаний.

Зоны климатической индифферентности различны и для разных пород. Несмотря на то что некоторые факторы могут слегка изменить локализацию и ширину этих зон, общие соотношения в целом сохраняются. Кроме того, во всех обстоятельствах справедлив один принцип: индифферентная температурная зона для молодых (новорожденных) животных всегда значительно выше, чем для взрослых животных того же вида, а ее ширина в большинстве случаев гораздо меньше. Отсюда и более высокие требования молодых животных к температуре; кроме того, для их оптимального развития колебания температуры должны быть сравнительно небольшими (рис. 17).

Таблица 3

Нижние границы критической температуры для отдельных видов сельскохозяйственных животных [113]

Вид животных	Поверхность тела, м ²	Уровень кормления	Теплопродукция в пределах нейтральной температурной зоны, кал/м ² в сутки	Приращение общей теплоотдачи при температуре ниже нейтральной, кал/м ² /24ч/°C	Критическая температура, °C
Дойные коровы	4,5	Голодание	1000	30	13
		Поддерживающий рацион	1750	30	—5
		Полноценное кормление во время лактации	4000	30	—28
Свиньи	2,0	Голодание	900	33—36	23
		Полноценный рацион при откорме	2000	33—36	—8
		Полноценный рацион при откорме	860	80—83	32
Овцы с минимальным шерстным покровом	1,5	Поддерживающий рацион	1500	80—83	25
		Полноценный рацион при откорме	2500	80—83	13
Овцы с длиной шерсти 2,5 см	1,5	Поддерживающий рацион	1500	43	13
Овцы с длиной шерсти 12 см	1,5	Поддерживающий рацион	1500	27	—4

При снижении температуры ниже границы термонейтральной зоны нельзя ожидать максимальной продуктивности, ибо часть потребляемых питательных веществ, которые могли бы быть использованы для образования соответствующего вида продукции, потребуются организму в качестве источника энергии для поддержания постоянства внутренней среды.

Необходимо отметить, что у одного и того же животного границы нейтральной температурной зоны не обязательно постоянны и что приучением или приспособлением можно сдвинуть первоначальные границы.

Т а б л и ц а 4

Проявление стресса в условиях экстремальных отклонений температуры [112]

Стресс	Реакция организма на экстремальные температуры	
	низкие	высокие
Умеренный (небольшой интенсивности и продолжительности)	Сокращение поверхностных сосудов Взъерошивание шерсти Повышение мышечного тонуса и дрожание мышц Снижение частоты дыхания Скучивание животных Уменьшение поверхности тела за счет съеживания, препятствующее потере тепла Повышение двигательной активности Снижение общей активности	Расширение поверхностных сосудов Повышенное потребление воды Снижение мышечного тонуса Повышение интенсивности дыхания— потоотделение Рассредоточение животных Увеличение поверхности тела за счет вытягивания для повышения эффективности охлаждения Снижение двигательной активности Летаргия и вялость
Средний	Животное съеживается, малоподвижно	Тело вытянуто, дыхание тяжелое
Тяжелый	Угнетение дыхания, ограничение общего обмена веществ—животное погибает	Слабость, оцепенение, расстройства координации, шатающаяся походка, судороги—смерть

Бианка [19], кроме границ термонеutralной зоны, различает также верхнюю и нижнюю критические температуры среды. При температурах ниже или выше этих критических температур организм уже не в состоянии поддерживать постоянство внутренней среды с помощью терморегуляционных механизмов; следствием является гипо- или гипертермия, и, если эти условия продолжают- ся долго, наступает смерть животных (рис. 18).

Карасек [113] на основании измерений отведения тепла поверхностью тела вычислил нижнюю границу критических температур для отдельных видов сельскохозяйственных животных (табл. 3).

Температуры, выходящие за границы нейтральной температурной зоны, организм ощущает как нагрузку. В зависимости от степени и продолжительности ее действия реакции организма оказываются различными (табл. 4).

СТРЕСС ОТ ХОЛОДА

Если температура среды оказывается ниже границы термонеutralи, животные испытывают стресс от холода. Они теряют значительное количество тепла на единицу поверхности тела, а при недостаточном поступлении питательных веществ (при поддерживающем рационе или голодании) их организм повышает теплопродукцию в ущерб приросту массы и продуктивности, чтобы таким способом поддержать температуру внутренней среды; для высвобождения энергии расходуются жировые запасы и т. п.

Крупный рогатый скот относительно хорошо переносит низкие температуры благодаря эффективным приспособлениям для терморегуляции, но лишь при том условии, что все остальные факторы среды (например, кормление) оптимальны. Если же к низкой температуре прибавляется еще один отрицательный фактор, их влияния складываются, и пороговая величина нейтральной зоны сдвигается вверх.

Блакстер [26] установил, что у коров при голодании критическая температура отмечается уже при $+13^{\circ}\text{C}$. Если уровень кормления соответствует поддерживающему рациону, то критическая температура снижается до -5°C , хотя при полноценном кормлении влияние холода начинает проявляться лишь при температуре -28°C .

Реакция крупного рогатого скота на низкие температуры зависит и от породы. Уорстелл и Броди [274] установили, что если у коров голштинской породы при снижении температуры с $+4$ до -13°C теплопродукция сокращалась на 2%, то у джерсейских коров это сокращение составляло 12%. Авторы считают нижней границей термонеutralи для крупного рогатого скота $+4^{\circ}\text{C}$.

Низкие температуры стимулируют аппетит, что при свободном доступе к корму ведет к перерасходу последнего. Мак-Доналд и Белл [168], ведя наблюдения за потреблением сена голштинскими коровами, отмечали, что при температуре $+8^{\circ}\text{C}$ оно увеличивалось до 9,5 кг, а при -18°C — до 12,3 кг. Увеличение потребления корма вплоть до температуры -13°C отмечали также Рагсдейл и др. [208]. При быстром снижении температуры потребление корма повышалось в большей степени, чем при постепенном. При крайне низких температурах корм использовался хуже.

У свиней в силу их менее эффективной терморегуляции пороговая величина термонеutralи гораздо выше. Кроме того, нельзя допускать потерь питательных веществ у животных, предназначенных для откорма. Как показывают результаты некоторых экспериментов, оптимальной температурой для свиней можно считать температуру около 21°C . Правда, некоторые авторы утверждают, что избыток питательных веществ у свиней достаточно велик, чтобы химическая терморегуляция, а значит и нежелательное увеличение потребления корма начинались только при гораздо более низкой температуре. Однако опыты показали, что при температурах от $+16$ до $+29^{\circ}\text{C}$ результаты откорма были лучшими, чем при температуре $+10^{\circ}\text{C}$. Карасек [113] указывает, что при температуре $+4,5^{\circ}\text{C}$ потребление корма на 1 кг прироста массы было на 37% выше, чем при $+15,5^{\circ}\text{C}$.

Очень чутко реагируют на низкие температуры новорожденные поросята, у которых недостаточно развита физическая терморегуляция, т. е. способность к теплообмену между телом и средой. В это время при соприкосновении с холодной внешней средой происходят большие потери тепла с поверхности тела посредством проведения и конвекции. С другой стороны, химическая терморегуляция у свиней хорошо развита сразу после рождения, и в течение первых двух суток благодаря ей температура тела поддерживается на необходимом

уровне. Окислительные процессы обеспечивают около 90% общей потребности организма в энергии. Главными источниками тепловой энергии являются мышцы, печень и органы пищеварения. В этот период снижение наружной температуры даже на короткое время приводит и к снижению температуры тела. После перевода поросят из среды с температурой $+18^{\circ}\text{C}$ и относительной влажностью 60% в среду с температурой $+10^{\circ}\text{C}$ и относительной влажностью

95% ректальная температура в течение 30—60 минут снижалась на $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ [175]. Более длительное воздействие низких температур влечет за собой тяжелое нарушение физиологического равновесия и расстройство здоровья. Терморегуляционная способность у поросят начинает развиваться примерно с седьмого дня жизни; зависимость от наружной температуры постепенно уменьшается, и в 14-дневном возрасте поросята уже обладают достаточной холодоустойчивостью.

Оптимальная температура для свиней в период откорма неодинакова для разных возрастных категорий. По данным Комберга [57], в пределах весовой категории 40—70 кг свиньям требуется температура около $+20^{\circ}\text{C}$. Животные массой 70—90 кг переносят снижение температуры примерно до $+12^{\circ}\text{C}$. В среднем наиболее подходящей считается температура около $+15^{\circ}\text{C}$ (рис. 19).

Умеренное снижение температуры среды (с тем чтобы компенсационные механизмы легко поддерживали температуру тела в нормальных границах) может оказаться благоприятным и для свиней. У животных с полностью развитой терморегуляционной способностью оно стимулирует обмен веществ, повышает интенсив-

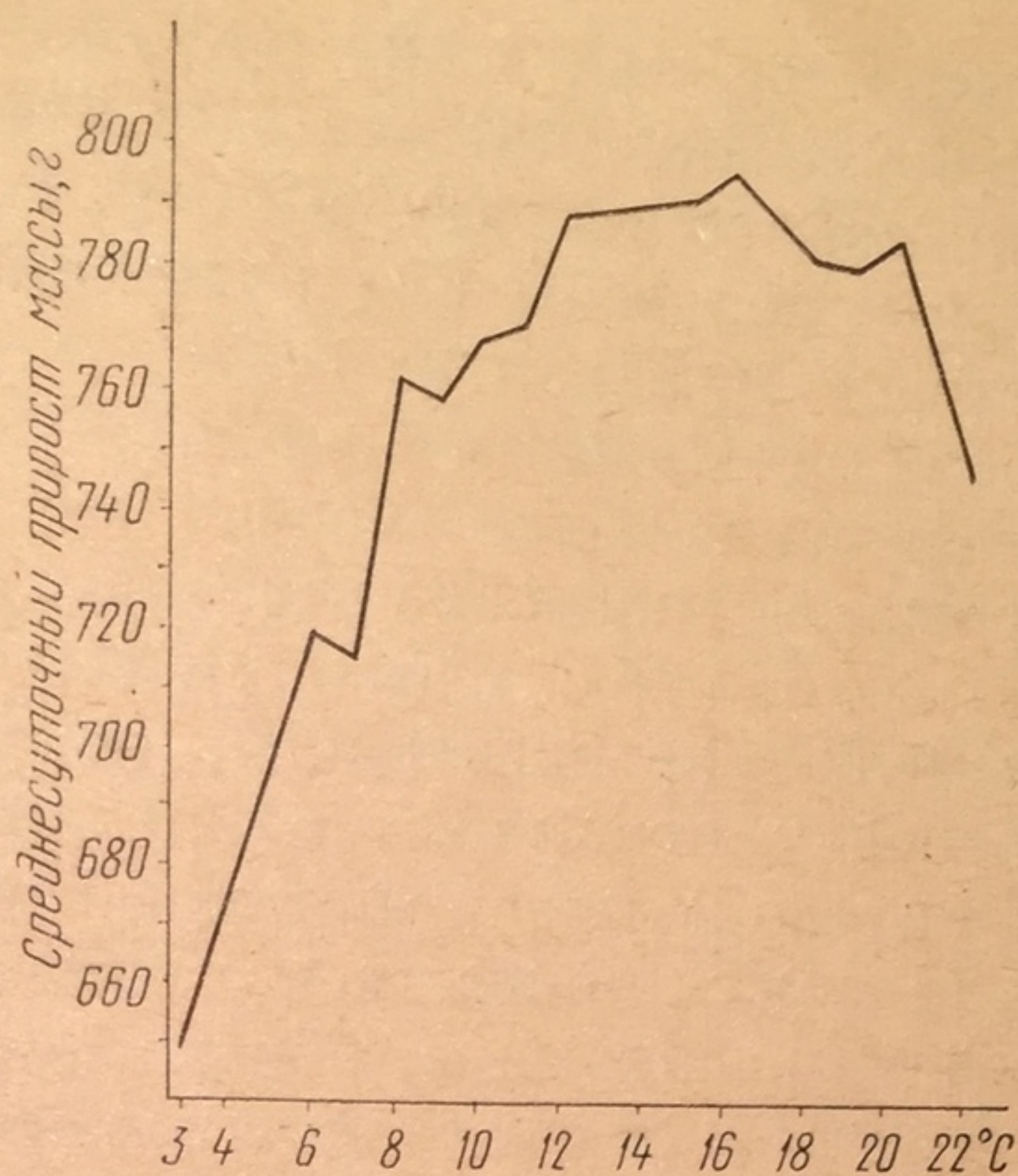


Рис. 19. Зависимость среднесуточного прироста массы у откормочных свиней от повышения температуры воздуха в свиноматке (период откорма от 40 до 110 кг) [55].

ность метаболических процессов и аппетит, улучшает использование питательных веществ корма. Дальнейшее снижение температуры ниже границы нейтральной температурной зоны или постоянное воздействие холода, которое организм не может компенсировать, влечет за собой гипотермию. При этом у животных отмечаются охлаждение кожи, переполнение внутренних органов кровью, уменьшение частоты пульса и дыхания. На слизистых оболочках дыхательных путей могут образоваться мелкие кровоизлияния, которые, повреждая слизистую оболочку, открывают микроорганизмам доступ в кровяное русло и легочную ткань. Постоянное воздействие холода может привести к снижению устойчивости к инфекциям, снижению образования антител и ухудшению фагоцитарной способности лейкоцитов. При недостаточном питании действие низких температур влечет за собой более тяжелые последствия.

Большой выносливостью по отношению к крайним температурам, как высоким, так и низким, отличаются овцы. В холодную погоду им удается хорошо адаптироваться (если они не острижены). Овец можно содержать и в тех районах, где температура падает до -50°C . Ветры на фоне низких температур или недостаток корма, разумеется, могут быть причиной падежа. При действии температуры ниже критической обмен у овец повышается, что повышает теплопродукцию, необходимую для поддержания нормальной температуры тела. Для удовлетворения повышенной потребности в кислороде легочная вентиляция усиливается за счет более глубокого дыхания. При этом частота дыхания почти не меняется [109].

Сли [235] наблюдал за овцами в течение 10 часов при температуре -18°C и силе ветра 2,5 км/ч и отметил снижение ректальной температуры в среднем на $3,5^{\circ}\text{C}$, температуры кожи на боках — на 10°C , ушах — на 3°C и нижних поверхностях копыт — на 0°C . Из этих данных следует, что сосуды, снабжающие кровью отдельные участки тела, обладают способностью к сокращению, в результате чего значительно снижаются потери тепла. Приспособляемость овец к низким температурам повышается и благодаря тому, что этому виду животных присуща врожденная тенденция к повышенному приему корма в условиях холода.

Важное значение для овец в условиях низких тем-

ператур имеет достаточное развитие шерстного покрова. У рунных пород термонеутральная зона очень широка. Теплопродукция у животных с длиной шерсти 2,5—12 см остается постоянной при колебаниях температуры среды от 15 до 35°C. Ветер может увеличить теплоотдачу с кожи и у неостриженных овец; изоляционные свойства руна ухудшаются также при дожде [253].

Остриженные овцы очень чувствительны к стрессу, вызванному низкой температурой. Интенсивные холодовые нагрузки в течение длительного времени могут быть причиной падежа. Как правило, это происходит после снижения температуры тела ниже 35,8°C. Состригание руна на расстоянии около 1 см от поверхности кожи обычно защищает овец от холода. Разумеется, овец нужно стричь тогда, когда нет опасности резкого снижения температуры или если в случае похолодания им обеспечено убежище. Ректальная температура у новорожденных ягнят примерно такая, как и у их матерей. Обычно в течение первого часа после рождения она снижается на 2—3°C, но примерно через 3 часа вновь повышается до 39—40°C. Термонеутральная зона новорожденных ягнят очень узка, ее нижняя граница 29°C. При сырости и особенно на ветру ягненок очень быстро теряет тепло. Однако способность к химической терморегуляции развита у них отлично. В сухую погоду ягнята могут выдерживать и температуры ниже точки замерзания. Сеп [250] указывает, что новорожденные ягнята в климатической камере удерживали температуру тела постоянной даже при снижении наружной температуры до —5°C. Обмен веществ при этом повышался в 2—3 раза. Одновременно отмечалось сужение поверхностных сосудов, что привело к снижению температуры кожи и уменьшению температурного градиента между кожей и внешней средой. После сосания теплопродукция повышается. Через 5—20 часов после появления на свет ягнята выделяли за час 51,5 ккал/м² тепла, после кормления—64 ккал/м².

ЗАЩИТНАЯ РЕАКЦИЯ ОРГАНИЗМА ПРИ СТРЕССЕ, ВЫЗВАННОМ НИЗКОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ

При снижении температуры среды снижению температуры тела предшествуют реакции, цель которых—воспрепятствовать охлаждению тела. Уменьшается тепло-

отдача (физическая терморегуляция), растет теплопродукция (химическая терморегуляция). Реакции на стресс, вызванный снижением температуры, протекают в такой последовательности:

а) первая — физическая защитная реакция, которая проявляется в течение нескольких секунд в ответ на нервные импульсы, — это сужение поверхностных сосудов. Из-за ограниченного кровоснабжения кожи уменьшаются потери тепла через излучение, проведение и конвекцию. Шерсть взъерошивается, уменьшается потоотделение. Животные меньше двигаются и скучиваются в тесные группы;

б) если охлаждение среды продолжается, механизмы удержания тепла становятся недостаточно эффективными, и это ведет к увеличению теплообразования. Большая часть тепла продуцируется в скелетных мышцах. Основной способ повышения теплообразования — дрожание мышц. Это быстрые мышечные сокращения, которые после воздействия холода возникают сначала лишь в периферических частях конечностей. Если действие холода продолжается несколько часов, топография дрожания меняется. Центральные части — туловище и бедра — начинают дрожать сильнее, а на дистальных участках конечностей дрожь уменьшается. Благодаря тому что дрожь локализуется в центральных частях тела, экономичность теплообразования повышается;

в) после нескольких дней пребывания в холодной среде дрожь уменьшается, сменяясь существенным повышением теплообразования. Эти первые две стадии метаболической адаптации к холоду отличаются гипертрофией надпочечников и щитовидной железы. Эффектором этих процессов являются автономный нервный путь и выделения системы гипофиз — гипоталамус. Стимуляция симпатической нервной системы усиливает выделение адреналина в мозговом веществе надпочечников. Кроме того, на периферических окончаниях симпатических нервов выделяется норадреналин. Оба эти гормона вызывают значительное увеличение теплообразования без дрожи; решающую роль здесь играет печень и скелетная мускулатура.

При дальнейшем действии холодового стресса активируются и другие гормональные системы, прежде всего гипофиз — щитовидная железа и гипофиз — кора надпочечников;

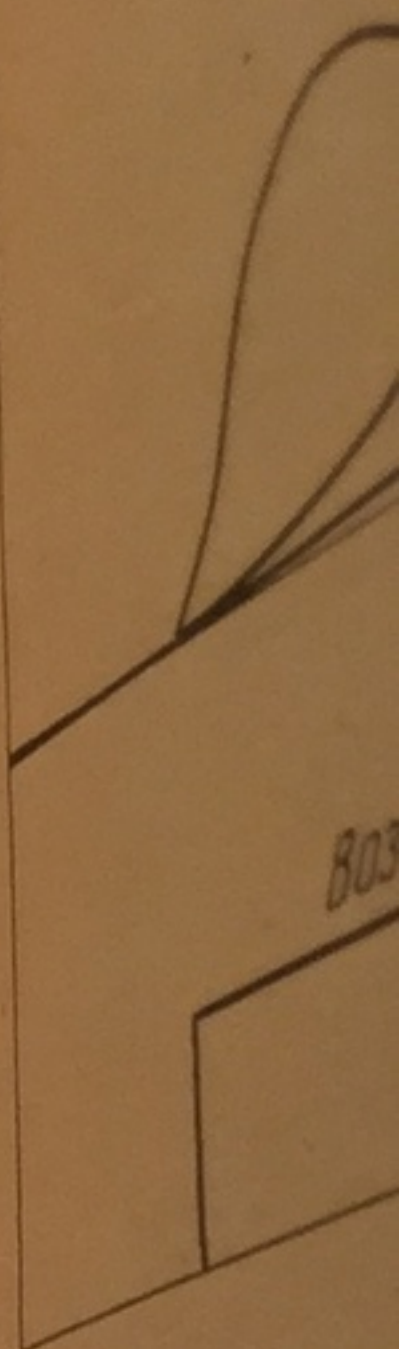


Рис. 20. После
при длительной
А — реакции, у
ляемые гормона

г) если воз
колько месяцев
жет уменьшить
сор продолжа
диких видов
Они имеют но
некоторых слу
ла у них повы

д) наиболее
реакции, всле
достигается

Таким об
вызванный
ти от силы с
вые приспособ
нальный хар
реакции (ри
жи эффектив
теплообразо
эффективно,
тепла, возни
извольные д
ционной за
зование без
ческой эне
ния — это

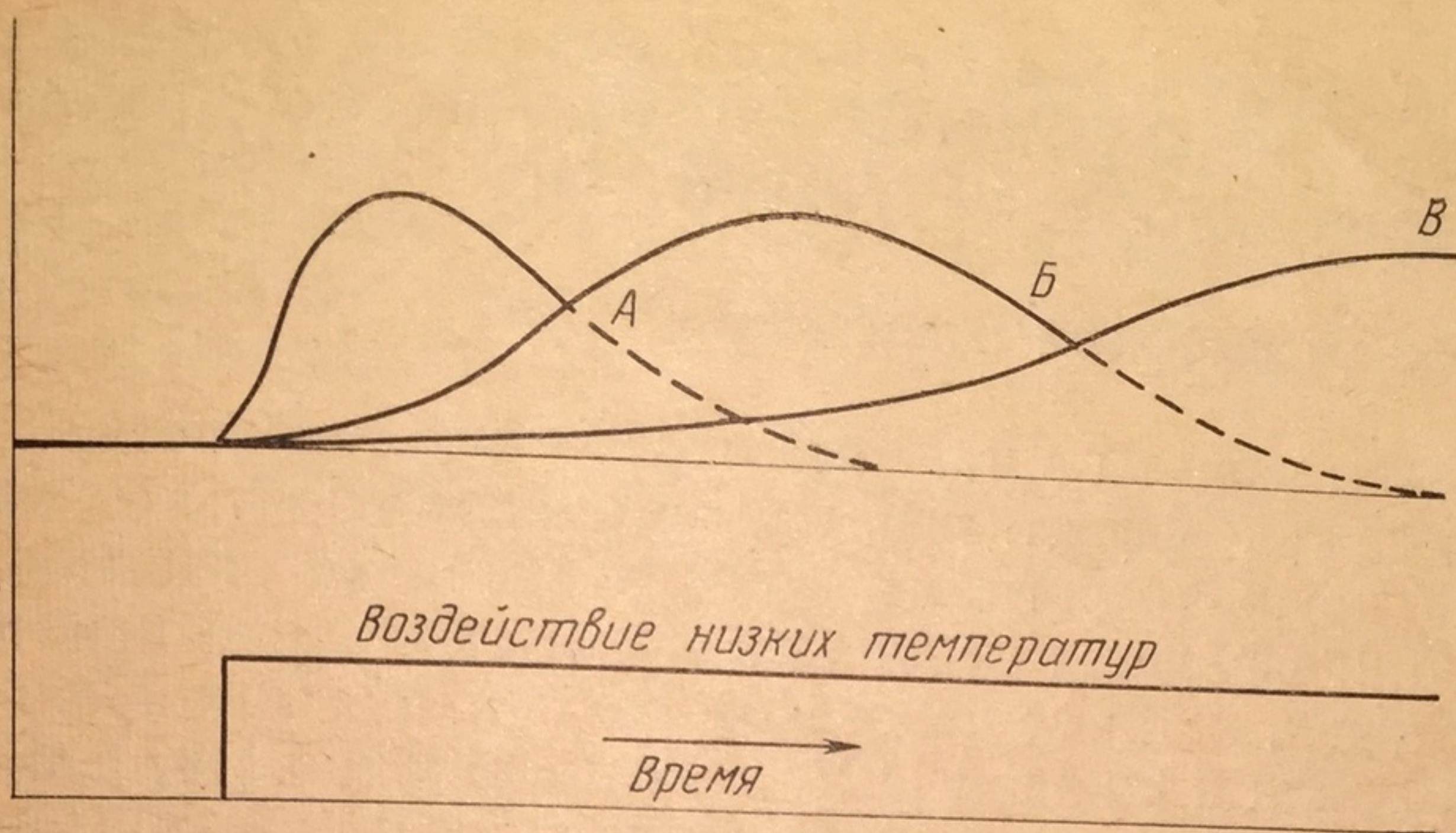


Рис. 20. Последовательность физиологических компенсаций при длительном воздействии низких температур [98]:

А — реакции, управляемые нервным путем; Б — реакции, управляемые гормонально; В — локальные морфологические реакции.

г) если воздействие холода длится в течение нескольких месяцев, гипертрофия эндокринных желез может уменьшиться, несмотря на то что холодовой стрессор продолжает действовать. Это можно наблюдать и у диких видов млекопитающих в холодное время года. Они имеют нормальные эндокринные железы, хотя в некоторых случаях продукция метаболического тепла у них повышена;

д) наиболее эффективны длительные адаптивные реакции, вследствие которых улучшение теплоизоляции достигается изменением покровов тела.

Таким образом, специфичность реакции на стресс, вызванный низкой температурой, меняется в зависимости от силы стрессора и длительности его действия. Первые приспособления носят преимущественно функциональный характер и менее экономичны, чем позднейшие реакции (рис. 20). Теплообразование посредством дрожжи эффективнее, чем взъерошивание шерсти, однако теплообразование без дрожжи специфично и еще более эффективно, поскольку при этом устраняются потери тепла, возникающие при дрожжи, и не нарушаются произвольные движения. Совершенствование теплоизоляционной защиты еще более экономично, чем теплообразование без дрожжи, так как требует меньше метаболической энергии. Наиболее специфические приспособления — это долгосрочные филогенетические изменения.

Таким образом, независимость животного от среды постепенно совершенствуется при условии, что стрессор не достигает критической границы [99].

СТРЕСС ОТ ВЫСОКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ

Способы защиты организма от высоких температур далеко не так эффективны, как механизм защиты от холода. У крупного рогатого скота реакция на избыточное тепло проявляется сравнительно быстро даже при температурах, которые человеком ощущаются как прохладные. Бикли и Финдли [12], а также Бианка [19] наблюдали у телят уже при температурах среды 15—20°C быстрое повышение температуры ушей. Они рассматривали это как признак повышения интенсивности кровоснабжения кожи. Вероятно, такое повышение температуры происходит и на коже туловища, но там из-за более высокой теплоемкости окружающих тканей его трудно зафиксировать. Испарение через кожу у крупного рогатого скота начинает постепенно повышаться при 16°C; при 24°C оно повышается уже не так быстро и остается почти на постоянном уровне. Представляется, что испарение воды кожей становится максимальным при 30°C, а при более высоких температурах повышается испарение за счет дыхания [19; 274]. При наружной температуре воздуха 41°C температура тела повышалась до 40°C; животные явно испытывали перегрузку, тяжело дышали и были вялыми. У крупного рогатого скота ректальная температура поднимается выше 42°C лишь в очень жаркой среде. При этом резко возрастает частота дыхания (до 160 дыхательных движений за минуту, особенно при высокой относительной влажности). Это может привести к алкалозу, при котором повышается рН крови и снижается уровень CO_2 в ней. На частоту пульса высокая температура влияет сравнительно мало.

У свиней высокие температуры вызывают повышенное беспокойство. Как показывает опыт, у свиней массой 20—30 кг при групповом содержании пороговая температура, при которой наступает повышение возбудимости, равна примерно 23°C; у более тяжелых животных (80—100 кг) возбудимость повышается уже при 19°C. От воздействия высоких температур снижается прием и ухудшается использование питательных веществ корма, что угнетает теплообразование. Если это воздей-

ствие длительно
начинает повыш
на 1°C на кажды
вне. Повышение
увеличением час
тере сознания, с
Из сельско
реносят высоки
живают наруж
относительной
видимому, сра
торую предста
лучи и тем са
ла к коже. Па
36°C подверга
шерстью разл
этом энергия
ет от солнца.

Частота д
температура
длине шерст

У остриж
ды температ
но они и зна
ветру или п
может повы
лодные мес

После о
личивается
ную погоду
снизить сп

то низкий
терморегу
но овца м
при средн

При в
зиться, м

тает потр
вием явл

его глуб
та дыха

39,5°C. I
тым рто
Наступа

ствие длительно или температура продолжает расти, то начинает повышаться и температура тела — примерно на 1°C на каждые 50 ккал, полученных организмом извне. Повышение температуры тела до 41°C связано с увеличением частоты дыхания и пульса и приводит к потере сознания, судорогам и смерти.

Из сельскохозяйственных животных лучше всего переносят высокие температуры овцы. Они долго выдерживают наружную температуру 43°C даже при высокой относительной влажности [101]. Объясняется это, по видимому, сравнительно хорошей защитой от жары, которую представляет руно, отражающее длинноволновые лучи и тем самым препятствующее проникновению тепла к коже. Парер [193] при постоянной температуре 36°C подвергал инфракрасному облучению валухов с шерстью различной длины, причем выделяющаяся при этом энергия была эквивалентна той, которая поступает от солнца.

Частота дыхания, температура кожи и ректальная температура оказались обратно пропорциональными длине шерсти.

У остриженных овец с повышением температуры среды температура тела повышается значительно быстрее, но они и значительно быстро охлаждаются в тени, на ветру или при падении температуры. Летом стрижка может повысить температурную выносливость, а в холодные месяцы — понизить ее.

После обильного приема корма теплопродукция увеличивается, поэтому при хорошем питании овцы в знойную погоду дышат чаще. Если хорошее питание может снизить способность переносить высокую температуру, то низкий уровень кормления приводит к нарушению терморегуляционных механизмов. Наиболее эффективно овца может приспособиться к высоким температурам при среднем уровне кормления.

При высокой температуре прием корма может снизиться, меньше времени тратится на жвачку, но возрастает потребление воды. Возможно, важнейшим следствием является учащение дыхания, а также увеличение его глубины. В случае острого теплового стресса частота дыхания возрастает уже при ректальной температуре $39,5^{\circ}\text{C}$. При температуре 41°C животные дышат с открытым ртом, а при 42°C задыхаются и теряют сознание. Наступает мышечная слабость, дрожь, движения ста-

новятся некоординированными, начинаются судороги, а при ректальной температуре 43°C наступает смерть [150].

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ

Высокая влажность воздуха в сочетании с высокой температурой воздействует на крупный рогатый скот отрицательно, приводя к снижению удоев и нарушению общего состояния (общая вялость, снижение сопротивляемости). При низкой относительной влажности животные хорошо переносят даже высокие температуры. Карасек [113] указывает, что при относительной влажности 45% и температуре 35°C удои оставались такими же, как и при 28°C и относительной влажности 90%.

Соотношения между относительной влажностью и температурой в капитальном помещении для дойных коров должны быть следующими:

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Максимальная относительная влажность, %
До 5	85
6—10	80
11—15	75

Карасек [113] обращает внимание также на связь между влажностью воздуха в коровнике и процентом яловости:

Относительная влажность, %	Яловость, %
76—80	12,14
81—85	15,95
86—90	15,11
91—100	20,33

Мнения относительно влияния влажности воздуха на свиней разноречивы. Маунт [183] считает, что относительная влажность в пределах 30—80% не оказывает непосредственного влияния на свиней. Они хорошо переносят и более высокую влажность воздуха, если его температура не приближается к температуре тела. При температуре $+32^{\circ}\text{C}$ свиньи массой 100 кг одинаково реагировали на влажность воздуха 30 и 90%. Однако поросята-сосуны на повышение относительной влажности с 30 до 90% в течение 8 часов реагировали повышением температуры тела на $1,4^{\circ}\text{C}$ и удвоением частоты дыхания [98].

Несмотря на то, что свиньи хорошо переносят крайние колебания влажности воздуха, обычно считается, что при влажности ниже 60% воздух в свинарнике слишком сух, а при влажности выше 80% слишком влажен.

У овец высокая влажность воздуха при обеих экстремальных температурах усиливает стресс и, видимо, при любых условиях неблагоприятна для продуктивности.

Высокая относительная влажность воздуха как на пастбище, так и в помещении вызывает ухудшение аппетита, затрудняет испарение через дыхательные пути и тем самым регуляцию температуры тела. Кроме того, она способствует развитию различных внутренних и наружных паразитов. В условиях холода высокая влажность воздуха усиливает потери тепла и способствует переохлаждению.

СВЕТ

Свет оказывает благоприятное влияние на жизнедеятельность животных, особенно на рост, продуктивность и половые функции. В коже под действием ультрафиолетовых лучей образуется витамин D, необходимый для минерального обмена. При недостатке света стенки трубчатых костей становятся тоньше, уменьшается длина и относительно увеличивается ширина черепа. Хорн [102] указывает, что у собак, выросших в темноте, ткани содержали меньше зольных веществ и больше воды. Особенно низким было содержание в тканях кальция и фосфора.

Однако свет не является непременным условием жизни. Это доказывается многолетним использованием лошадей, ослов и собак в шахтах. Недостаток света, по видимому, не действует на организм как нагрузка. Напротив, избыток солнечного света может оказать отрицательное влияние, особенно в сочетании с высокой температурой. У животных с непигментированной кожей он может вызвать тяжелые расстройства, если они подверглись его действию внезапно, без предшествующего привыкания. Если же действие солнечных лучей увеличивается постепенно, то организм имеет возможность образовать в коже пигменты и таким образом защитить себя от избыточного излучения.

ОСАДКИ И ВЕТЕР

В жаркую погоду влияние осадков может быть благоприятным, при низких же температурах они могут иметь отрицательные последствия. Точно так же ветер отрицательно влияет только в холодную погоду, поскольку в это время он повышает потери тепла организмом. Киблер и Броди [116] отмечали этот эффект при -8°C . Напротив, при высоких температурах движение воздуха оказывает положительный эффект, так как в этих условиях воздух менее насыщен водяными парами. Благоприятное влияние ветра на животных отмечали Броди и др. [42], особенно при высоких температурах (35°C). При сильном ветре не происходило такого сокращения потребления корма и такого снижения продуктивности, как при безветрии.

ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСНЫХ ПОГОДНЫХ ФАКТОРОВ

Изолированное рассмотрение влияния отдельных климатических факторов на проявления жизнедеятельности животных не дает полной картины, ибо с точки зрения реакций организма наибольшее значение имеет комплексное действие всех этих факторов. Поэтому все чаще выступают на передний план работы, посвященные соотношениям между биологическими реакциями и специфическим взаимодействием нескольких измеримых метеорологических факторов. Изучением этих проблем занимался Зоммер [237]. Он исходит из того, что погода в каждой области специфична, а ее годовые ритмические изменения предположительно постепенны. Однако вследствие крайних влияний (например, при вторжении воздушных масс с гор или из отдаленных географических областей) могут возникать отклонения от нормального сезонного цикла. В зависимости от характера этих непредвиденных погодных факторов климатическая ситуация может улучшаться или ухудшаться. Автор в своих построениях идеализировал фактический ход погоды, обусловленный вторжением воздушных потоков, и разделил его на 6 фаз. В первой фазе погодная ситуация считается нормальной. Во второй существенных изменений не наблюдается. В третьей фазе появляется тенденция к изменению погоды, в чет-

вертой погода начинает меняться. В пятой происходят наиболее заметные изменения, а в шестой наступает перелом и возвращение к нормальной погодной ситуации. Согласно наблюдениям автора, во второй фазе комплекс климатических факторов проявляется благоприятно, в третьей и четвертой фазах эти факторы влияют неблагоприятно; так, у дойных коров в это время отмечается снижение продуктивности.

ДЕЙСТВИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Прямое влияние погодных факторов на продуктивность осуществляется через гипоталамус, играющий важную роль в регуляции процессов, от которых зависит продуктивность. Гипоталамус получает информацию о климатических условиях в основном двумя путями: через кожные рецепторы, подающие сигналы в центральную нервную систему, и благодаря изменениям температуры крови, притекающей в гипоталамус из тела.

Косвенное влияние погоды выражается в изменении аппетита и, следовательно, изменении потребления корма, в результате чего в организм поступает меньше материалов для синтеза животноводческой продукции.

Крайние температуры представляют собой физиологическую нагрузку, которая может повлиять на продуктивность, нарушая эндокринный баланс и обмен веществ.

Важным последствием высокой температуры является общее снижение функции передней доли гипофиза. Недостаточная секреция гонадотропных гормонов (ФСГ и ЛГ) может привести к неадекватному образованию эстрогена и прогестерона, результатом чего может стать бесплодие.

Температура в значительной степени влияет и на деятельность щитовидной железы, которая принимает участие в обмене веществ. Низкая температура стимулирует деятельность щитовидной железы, высокая ведет к ее гипофункции. Например, у коз зимой выделяется в среднем 0,6 мг тироксина на 100 кг массы в сутки, а летом — 0,2 мг. У крупного рогатого скота при температуре от -4 до -10°C активность щитовидной железы повышается на 20% по сравнению с нормальным состо-

янием, а при температурах от 21 до 38°C снижается почти на 30% [29] против нормы.

Низкая температура вызывает и другие физиологические и эндокринные сдвиги. Как и высокая температура, она ограничивает образование ФСГ и других гормонов передней доли гипофиза, однако секреция тиреотропина повышается. Обмен веществ становится более интенсивным, функции околотитовидных и поджелудочной желез сокращаются. Снижается уровень кальция и магния в сыворотке крови, в надпочечниках стимулируется выделение 17-кетостероидов; повышается активность селезенки, содержание углеводов в печени падает, возрастает кровяное давление.

На активность передней доли гипофиза благоприятно влияет и дневной свет, который действует через сетчатку и зрительные нервы. Вероятно, на овец и крупный рогатый скот некоторое фотопериодическое влияние оказывает и свет полной луны [88].

МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Количество молока. Биосинтез молока зависит от состояния молочной железы, которая непрерывно получает из крови различные продукты обмена веществ и гормоны. У крупного рогатого скота количество молока в интервале температур от 0 до 21°C относительно неизменно. При температурах ниже -5°C и в пределах от +21 до +27°C количество молока постепенно убывает, а при температуре выше +27°C снижение продукции особенно велико. При низких температурах прием корма повышается, при высоких снижении удоев предшествует снижению потребления корма (рис. 21).

Бианка [19], как и Сеп [249], считает, что у коров европейских пород удои снижаются уже при температуре +21°C. При температуре выше +29°C продуктивность резко падает, а при температуре около +40°C практически прекращается. Снижение потребления корма начинается несколько раньше и происходит быстрее, чем снижение удоев, что ведет к снижению массы животных. По наблюдениям Броди и др. [42], крупный рогатый скот может со временем приспособиться к сравнительно высоким температурам, причем большую роль здесь играет породная принадлежность. При повышении температуры воздуха с 21 до 37,5°C надой у голш-

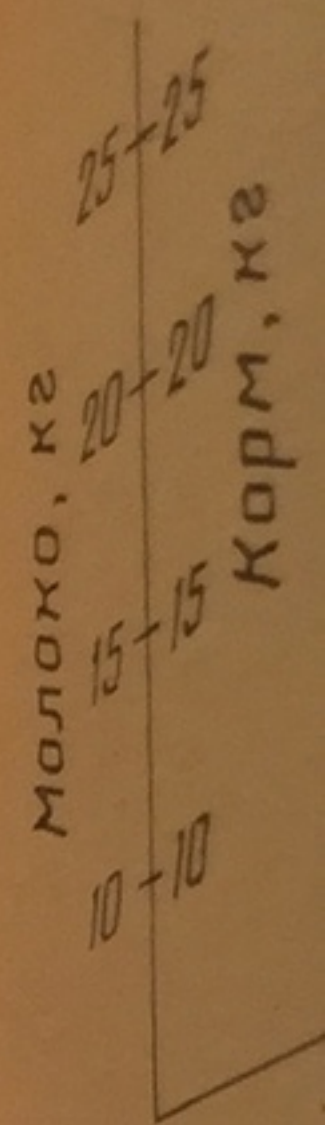


Рис. 21. Влияние температуры корма и молока на продуктивность

тинских коров снижается на 20%, а у голштинских коров это снижение происходит через неделю после начала нормализации. Если температура корма и молока высоких температур или менее 10°C, то в течение многих месяцев многие животные теряют продуктивность. При беспрерывном приеме корма при высоких температурах мы наблюдаем снижение на 5,5% в удое. Лонер [2] считает, что снижение продуктивности происходит, по-видимому, из-за повышения температуры. Более точные исследования показывают, что можно в значительной степени снизить содержание стеарина в масле.

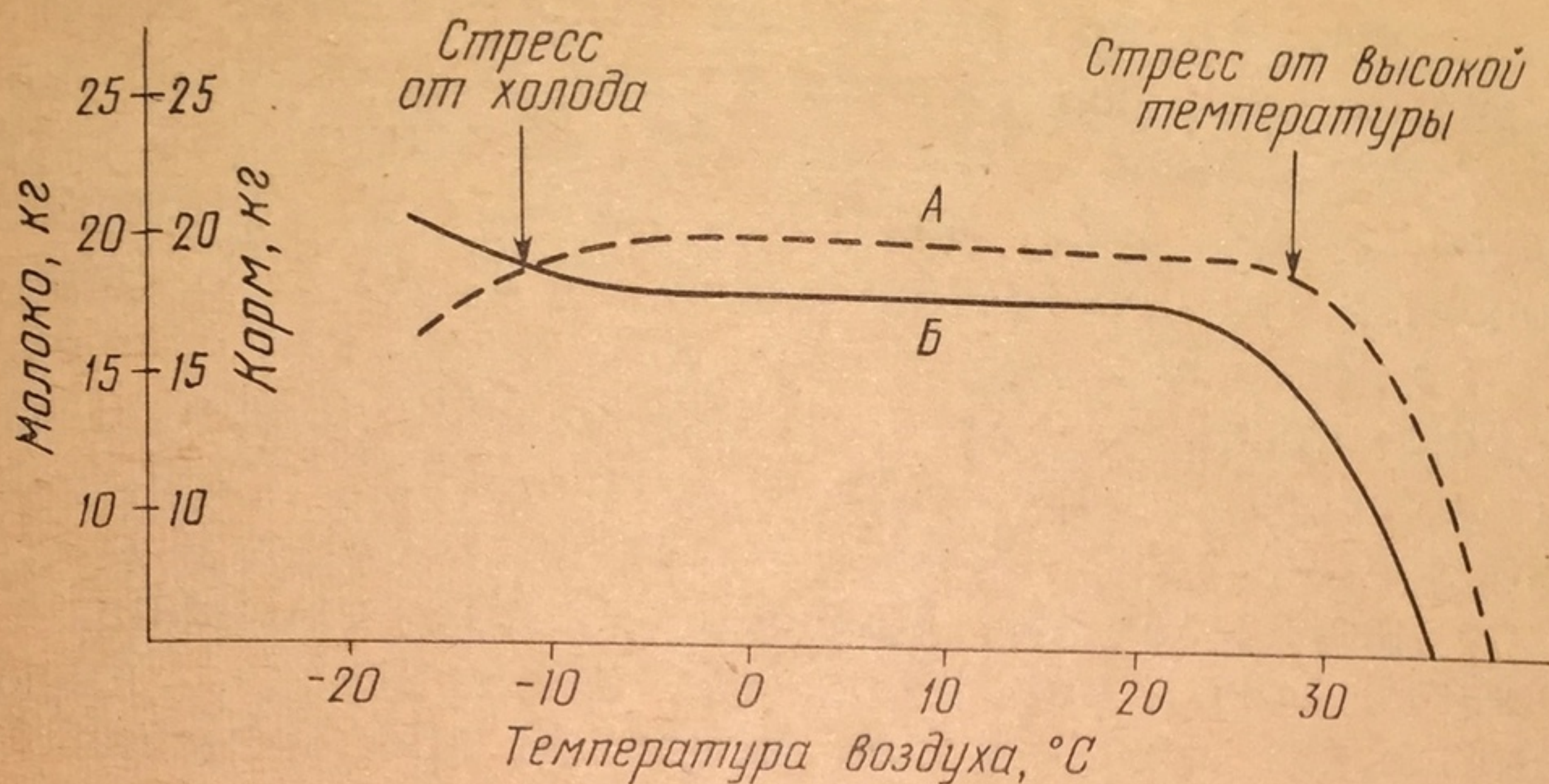


Рис. 21. Влияние окружающей температуры на поедаемость корма и молочную продукцию у коров [87]:

А — продукция молока; Б — прием корма.

тинских коров в течение первой недели уменьшились на 20%, а у джерсейских — на 8%. Потребление корма у голштинских коров снизилось на 20—30%, у джерсейских это снижение было незначительным. Примерно через неделю наступила акклиматизация, и удои вновь стали нормальными.

Если мнения относительно отрицательного влияния высоких температур на молочную продуктивность более или менее единодушны, то этого нельзя сказать в отношении мнений о влиянии на нее низких температур. Многие авторы отмечали в этих условиях снижение продуктивности и считают, что более низкая продуктивность при беспривязном содержании обусловлена именно низкими температурами [63, 155, 249]. В своих экспериментах мы отмечали снижение удоев в зимние месяцы на 5,5% в условиях беспривязного содержания. Шропп и Лонер [255] при морозах даже до -21°C не отмечали снижения продуктивности. Такие расхождения объясняются, по-видимому, тем, что при снижении окружающей температуры не происходит снижения приема корма. Более того, обмен веществ в это время становится интенсивнее. Если при этом в распоряжении животных имеется достаточное количество корма, то снижение удоев можно в значительной мере отсрочить.

Состав молока. Содержание некоторых компонентов (например, небелкового азота, пальмитиновой и стеариновой кислот) в молоке коров в условиях высо-

ких температур при различной относительной влажности повышается, содержание же других (молочный жир, общее содержание сухих веществ, обезжиренный сухой остаток, общий азот, лактоза), наоборот, снижается. Процент жира при температурах от 21 до 27°C снижается, но после 27°C возрастает, в то время как содержание обезжиренного сухого остатка обычно падает. Высокая температура приводит и к снижению содержания лимонной кислоты, кальция и калия, тогда как содержание натрия заметно не меняется. Эти колебания содержания ионов, обусловленные температурой, имеют практическое значение для молочной промышленности. Так, если соотношение ионов цитрата и фосфата ниже, чем кальция и магния, то во время стерилизации и пастеризации молоко может свернуться.

Низкие температуры вызывают повышение процента жира, причем степень этого повышения зависит от породы животных. Например, при одном и том же снижении температуры содержание жира в молоке джерсейских коров повысилось на 10—35%, у голштинских же коров эти изменения были незначительны. Содержание общего азота, общего сухого вещества и обезжиренного сухого остатка при температурах ниже точки замерзания тоже выше, чем при 10°C [88].

Прочие климатические факторы, такие, как количество осадков, ветер или солнечная радиация, оказывают на продуктивность существенное влияние лишь в том случае, когда их воздействие складывается с воздействием экстремальных температур. Внезапный дождь и сильный ветер выступают в качестве отрицательных факторов, особенно в сочетании с низкими температурами, солнечная же радиация неблагоприятна в сочетании с высокими температурами.

Заметного положительного влияния солнечной радиации на молочную продуктивность до сих пор не наблюдалось.

Некоторые изменения в удоях отмечены в связи с пребыванием животных на больших высотах. Так, во время пребывания коров на горном пастбище (1500 м) процент жира в молоке был на 0,5—0,8% выше, но после возвращения их на низменность вновь снизился. Причины этого не совсем ясны. Можно предполагать, что определенную роль здесь играют понижение удоя, сухой воздух и увеличение моциона. Хорн [102] допу-

скают, что известной причиной может служить и мобилизация жировых запасов тела.

Повышение содержания жира может вызываться и тем, что растения в горных районах при температуре ниже $+6^{\circ}\text{C}$ вместо крахмала чаще вырабатывают сахар для защиты от замерзания. Вследствие этого коровы горных районов в определенном диапазоне температур получают из растений больше сахара, который легче проникает в кровь и может обусловить повышение процента жира.

РОСТ

Рост — это комплекс метаболических явлений, управляемых как генетически, так и условиями среды. Из факторов среды в качестве непосредственных стрессоров в пре- и постнатальный период жизни животного могут выступать климатические факторы.

Действие последних проявляется в их влиянии на потребление корма и воды, степень использования энергии из принятого корма, на систему теплопродукции организма, на долю чистой энергии, используемую для образования продукции, и химический состав тела растущих животных.

Пожалуй, самым важным из климатических факторов, оказывающих влияние на рост, является температура.

У коров европейских пород, не приспособленных к условиям тропиков, часто рождаются карликовые телята, если стельность проходит летом. Такие телята слабы и часто погибают вскоре после рождения, если им не удастся следовать за матерью и получать от нее молоко. Йейтс [276] показал, что эта карликовость является фактически специфическим следствием воздействия высокой температуры, а не вторичным результатом худшего потребления корма коровами. При карликовости вследствие высокой температуры сохраняются правильные пропорции телосложения, в то время как телята, рождающиеся мелкими вследствие недокорма матерей, бывают тощими и длинноногими.

Рост телят после рождения зависит, во-первых, от условий среды, в которых живут они сами, а во-вторых, от факторов, которые действуют на их матерей в период лактации.

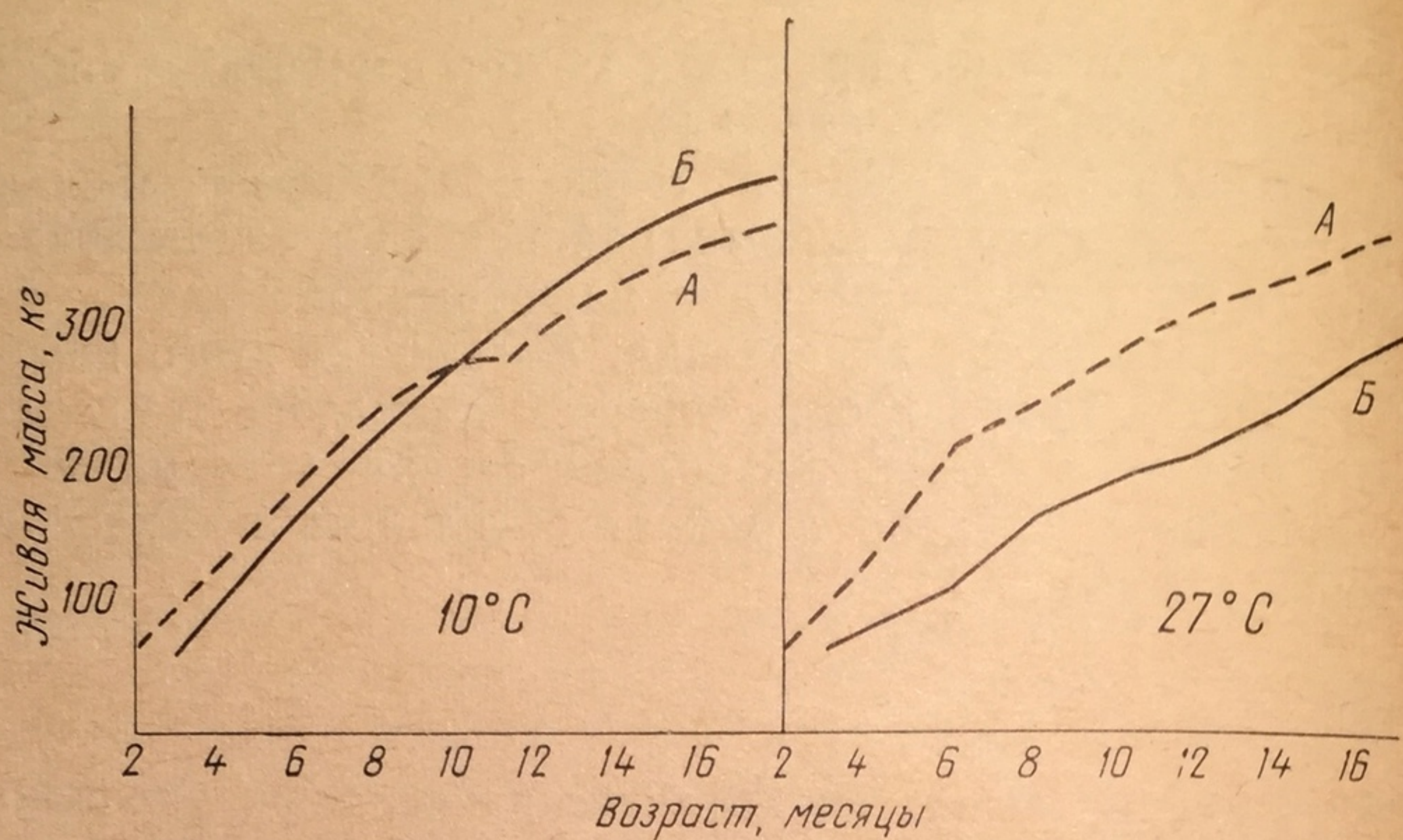


Рис. 22. Влияние окружающей температуры на интенсивность роста крупного рогатого скота разных пород [87]:
А — браманский скот; Б — шортгорнский скот.

У европейских пород крупного рогатого скота рост угнетается уже при температуре, которая держится постоянно на уровне 24°C . Проявляется это во все большем снижении прироста массы и полном прекращении роста при температуре $29\text{--}32^{\circ}\text{C}$. Важную роль здесь играет и породная принадлежность животных. Хафец [88] наблюдал у браманского скота в условиях жары повышенное потребление сухого вещества на единицу живого веса, лучшую переваримость и более полное всасывание метаболитов из пищеварительного тракта, чем у европейских пород. Несмотря на более низкий уровень обмена у браманского скота, его привесы в тропиках выше, нежели у соответствующих европейских типов скота (рис. 22).

При низких температурах животные теряют в массе, особенно если их содержать под открытым небом. Кормление вволю обуславливает более высокое потребление корма, но оно никогда не бывает достаточным, чтобы воспрепятствовать замедлению роста. Потребления энергии недостаточно для компенсации потребности в калориях, и организм начинает использовать запасы жира и белка. Необходимо все же отметить, что у крупного рогатого скота, если его хорошо кормить, интенсивность роста не нарушается даже при температурах ниже точки замерзания.

По данным Хафеца
свиньи массой 45 кг
рее всего растут при
пературе около 21°C
сой 90 кг — при те
туре около 16°C . По
как и при 10°C . По
медляется. Больши
в этом играет худ
едаемость корма
сивность роста
несмотря на то, ч
вышением
улучшается ис
ние корма (рис.
Сёрсенсен (ци
отмечал у свине
результаты отк
более высоких
рах, если отно
влажность бы

Отрицатель
на рост свине
температура. С
жанием (ретен
то же количест
живают из св
азота, если н
ретенцию азо
кое изменени
так и с 3°C
которые со
 -5°C , типич
белой крови

Температура, $^{\circ}\text{C}$	Относитель- ная влажность, %
24	
23	90
15	50
	70

По данным Хафеца [88], свиньи массой 45 кг быстрее всего растут при температуре около 21°C, массой 90 кг — при температуре около 16°C. При 30°C, как и при 10°C, рост замедляется. Большую роль в этом играет худшая поедаемость корма. Интенсивность роста падает, несмотря на то, что с повышением температуры улучшается использование корма (рис. 23).

Сёренсен (цит. по [57]) отмечал у свиней лучшие результаты откорма при более высоких температурах, если относительная влажность была низкой.

Отрицательно влияет на рост свиней и низкая температура. Фуллер [79] объясняет это худшим удержанием (ретенцией) азота. Свиньи, получающие одно и то же количество корма при различной температуре, удерживают из своего суточного рациона достоверно меньше азота, если находятся в холодном помещении. Однако на ретенцию азота очень неблагоприятно влияет также резкое изменение температуры, как например с 19°C до 3°C так и с 3° до 19°C. Мраз [184] наблюдал у подсвинков, которые содержались при температурах от -1,2 до -5°C, типичные признаки стресса: изменения в картине белой крови и повышение уровня кортикальных гормо-

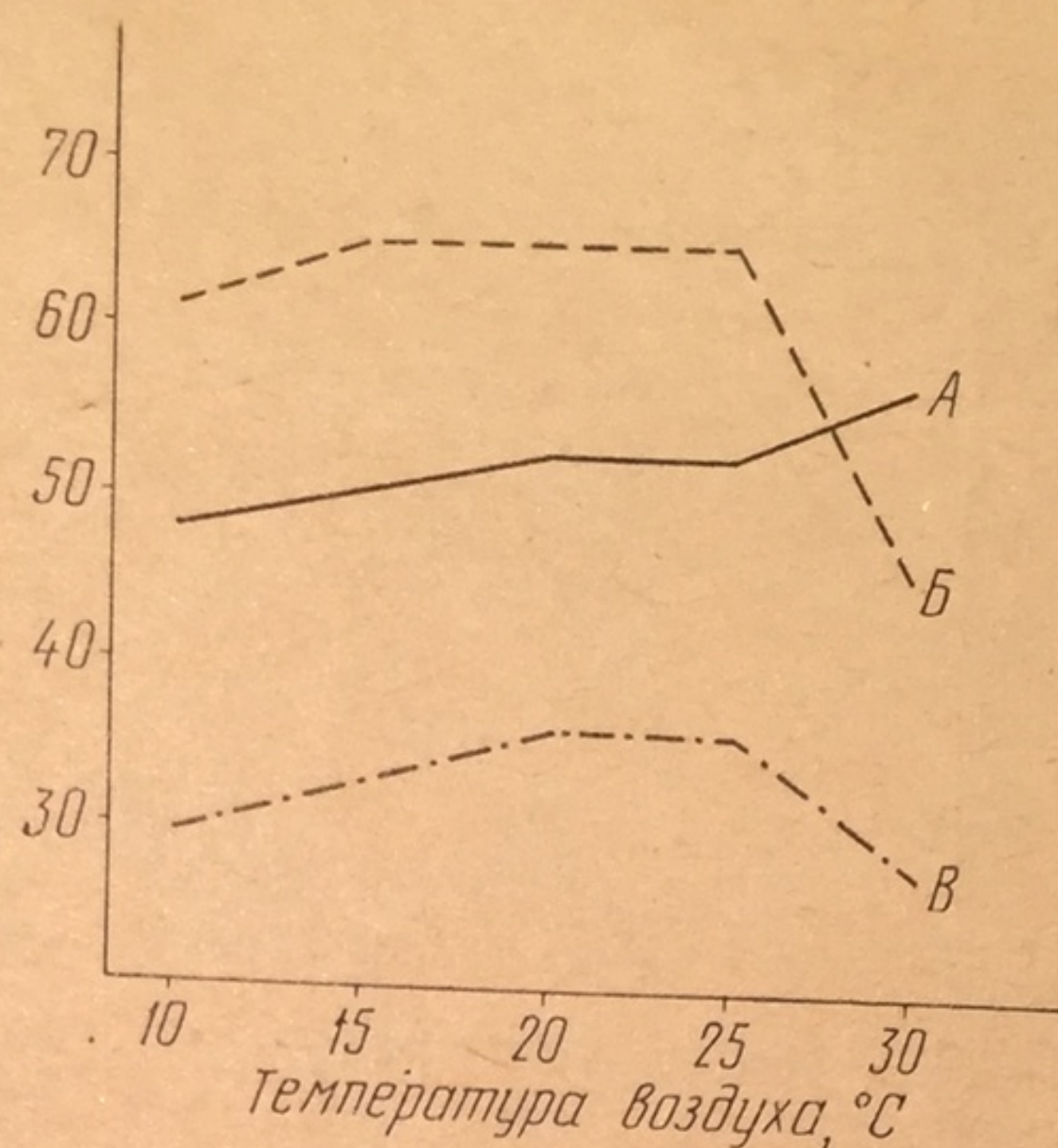


Рис. 23. Влияние температуры на потребление корма и его использование, а также на прирост массы [78]:

A — использование корма; B — потребление корма; B — прирост массы. Числа по вертикали — потребление корма и прирост массы в килограммах за 8 недель, использование питательных веществ корма в процентах.

Температура, °C	Относительная влажность, %	Суточный прирост массы, кг	Затраты кормовых единиц на 1 кг прироста массы	Температура, °C	Относительная влажность, %	Суточный прирост массы, кг	Затраты кормовых единиц на 1 кг прироста массы
24	90	0,70	3,6	8	70	0,71	3,7
23	50	0,78	3,4	3	70	0,63	4,3
15	70	0,78	3,4				

азота, если находится в холодном помещении. Однако на ретенцию азота очень неблагоприятно влияет также резкое изменение температуры, как например с 19°C до 3°C так и с 3° до 19°C. Мраз [184] наблюдал у подсывинков, которые содержались при температурах от -1,2 до -5°C, типичные признаки стресса: изменения в картине белой крови и повышенные уровни кортикальных гормо-

Температура, °C	Относительная влажность, %	Суточный прирост массы, кг	Затраты кормовых единиц на 1 кг прироста массы	Температура, °C	Относительная влажность, %	Суточный прирост массы, кг	Затраты кормовых единиц на 1 кг прироста массы
24	90	0,70	3,6	8	70	0,71	3,7
23	50	0,78	3,4				
15	70	0,78	3,4				

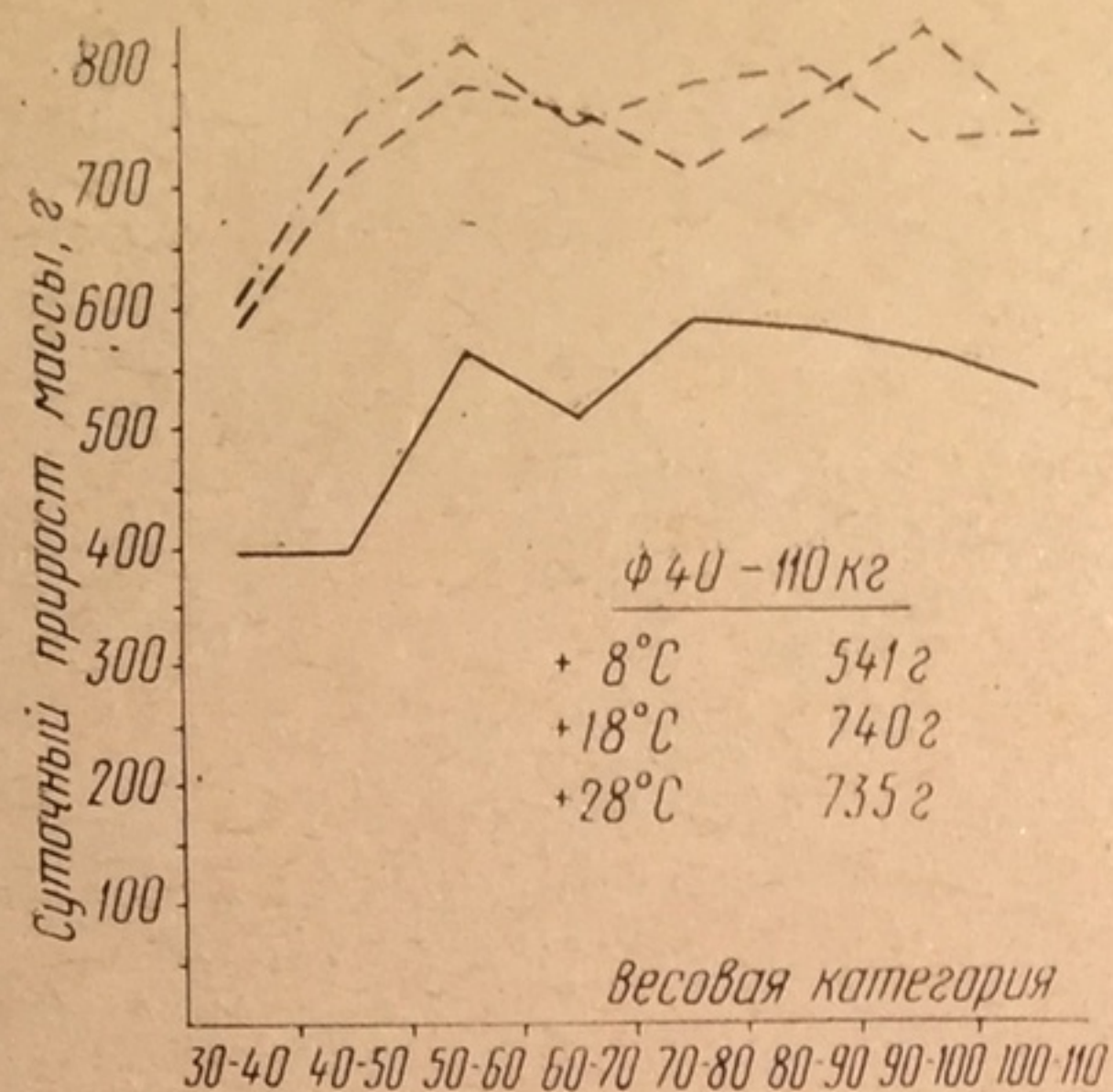


Рис. 24. Влияние температуры воздуха в свиномышнике на прирост массы у свиней [57].

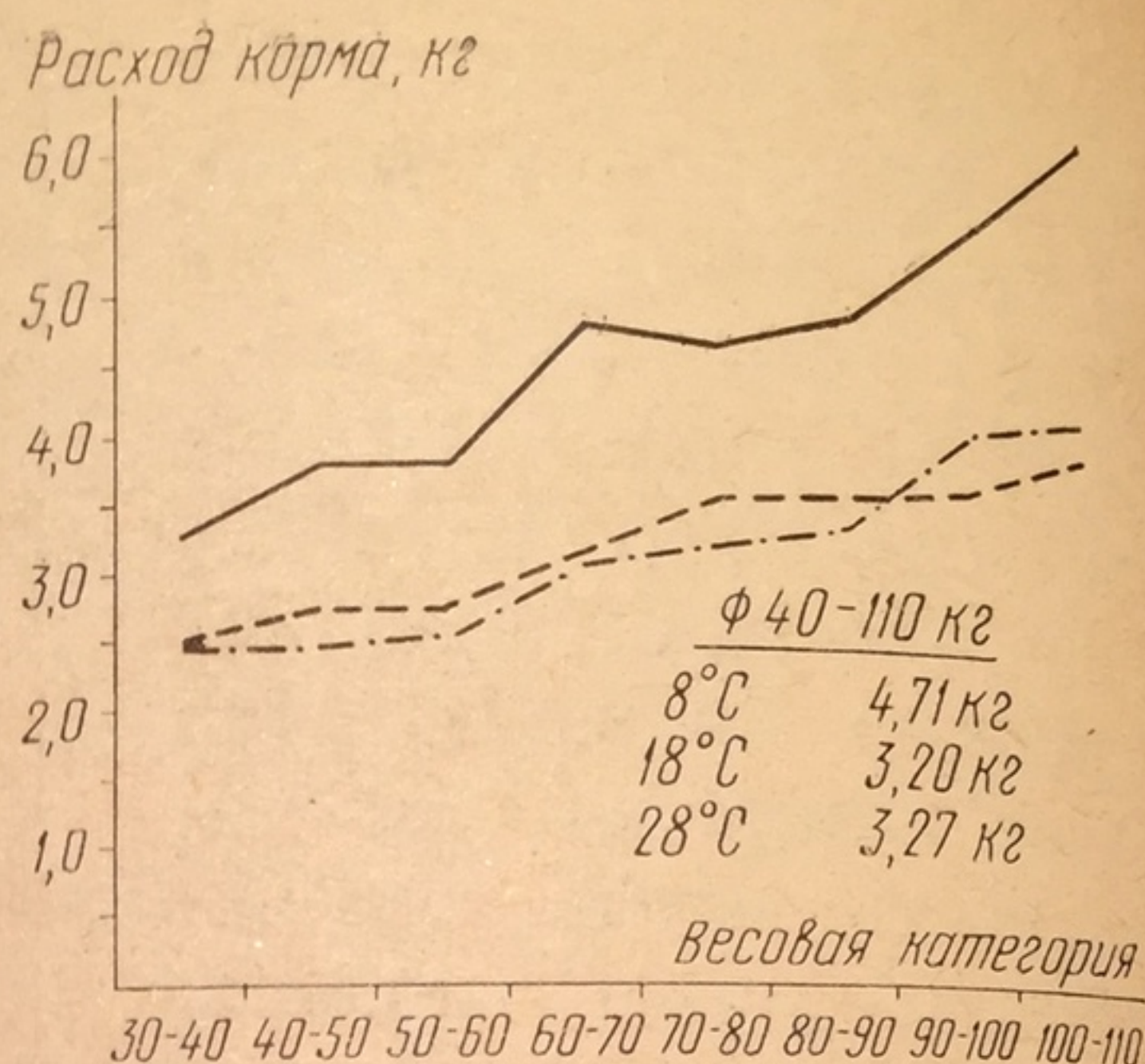


Рис. 25. Расход корма на 1 кг прироста массы свиней в зависимости от температуры воздуха свиномышника [57].

нов. Эти изменения достигают максимума через 3—5 недель, на стадии адаптации они исчезают.

Комберг [59] получил интересные результаты относительно влияния температуры среды в свиномышнике во время откорма на качество мяса после убоя. Свиньи породы ландрас, т. е. мясного типа, в период откорма от 40 до 110 кг подвергались различным тепловым нагрузкам (+8°C; +18°C; +28°C). Опыт проводился на станции контрольного откорма, т. е. животные содержались на стандартном рационе. В этих условиях среди животных указанной весовой категории не было достоверной разницы между группами, содержащимися при температурах +18 и +28°C. При температуре ниже +8°C прирост массы оказался ниже, а расход корма на 1 кг прироста массы выше (рис. 24 и 25).

Туши свиней, содержащихся при температуре ниже +8°C, были лучшего качества с точки зрения соотношения мяса и жира. Обусловлено это уже упомянутым потреблением корма. Эти результаты могли бы представить интерес с точки зрения изыскания возможностей высокого отложения мяса при откорме свиней. Однако здесь есть важное экономическое препятствие — животные в этих условиях требуют больше времени для откорма (табл. 5).

У свиней на интенсивность роста может отрицательно влиять также повышенная концентрация углекислого газа (CO_2) и аммиака (NH_3) в воздухе помещения при

Влияние различных температур в свиноматке на качество свиных туш [59]

Таблица 5

Показатели	Температура, °C		
	+8	+18	+28
Длина туши, см	101,2	103,3	105,1
Толщина хребтового сала, см	2,88	3,63	3,36
Толщина бока, см	2,46	2,46	2,26
Площадь „мышечного глазка“ (на уровне: 13—14-го ребра):			
площадь мяса, см ²	38,2	36,2	37,8
площадь жира, см ²	21,5	30,7	28,9
отношение мясо : жир	1 : 0,57	1 : 0,85	1 : 0,77
Качество мяса по субъективной оценке, баллов	3,50	3,42	4,00
Длиннейшая мышца спины:			
содержание сухого вещества, %	25,06	25,60	25,86
внутримышечный жир, %	4,85	7,91	6,86
соединительная ткань, %	3,57	3,63	3,77
Возраст по время убоя, дней	249,0	207,1	205,6

перенаселенности последнего. Мраз [184] цитирует результаты эксперимента, в котором при плотности размещения 113% концентрация CO_2 составила 0,13, а NH_3 — 0,019 объемного процента. Среднесуточный прирост массы составил 566 г при потреблении 5,18 кормовой единицы. При плотности размещения 140% концентрация CO_2 и NH_3 в воздухе составляла 0,16 и 0,022 объемного процента соответственно, прирост массы — 517 г и расход корма 5,14 кормовой единицы. При увеличении плотности размещения животных до 245% эти цифры составили соответственно 0,19; 0,028; 381 и 646.

Для животных, не имеющих укрытия от ветра, при низких температурах он неблагоприятен, особенно при увлажнении поверхности тела. Специфическое влияние чередования периодов освещения и радиации на рост не известно.

РАЗМНОЖЕНИЕ

При стрессовых ситуациях страдают самые различные функции, но в особенности система органов размножения. Влияние метеорологических факторов на плодovitость может быть прямым и косвенным. У самок изменяются половое развитие, проявление генетически обусловленных эндогенных половых ритмов, половое поведение, а также сам процесс размножения от овуляции до рождения потомства. У самцов метеорологические факторы влияют на половое созревание, половое поведение, а также на образование и оплодотворяющую способность спермиев.

Плодовитость мужских особей

Сезонные колебания качества и количества спермы особенно характерны для животных с сезонным ритмом размножения. Однако не выяснено, в какой степени эти изменения обусловлены температурой, световым режимом и другими факторами среды.

Ухудшение сперматогенеза объясняется, с одной стороны, местным влиянием температуры на зародышевую ткань в семенниках, с другой — изменением процесса обмена веществ в связи с изменением активности щитовидной железы.

Зависимость качества семени от секреции тироксина у баранов изучал Хафез [88]. Летом продукция тироксина в 4—5 раз меньше, чем зимой. В соответствии с этим качество образующегося летом семени должно быть, по общепринятым критериям, посредственным, во многих случаях даже не происходит эякуляция. Отклонения в качестве семени примерно соответствуют отклонениям в секреции тироксина: оно улучшается осенью после возрастания активности щитовидной железы.

У лошадей семя вырабатывается на протяжении всего года, но доля студенистой массы в эякуляте самая высокая в весенний и летний периоды. У полиэстричных животных — крупного рогатого скота и свиней — в некоторых районах наблюдается тенденция к ухудшению качества спермы в летний период. У птицы сезонные изменения характерных свойств семени соответствуют изменениям яйценоскости.

При высокой температуре образование спермиев

может прекратиться. У большинства млекопитающих имеется местный регуляционный механизм, позволяющий поддерживать в мошонке температуру на уровне, оптимальном для сперматогенеза, т. е. на 3—5°C ниже нормальной температуры тела. Зимой кожа мошонки, сокращаясь, удерживает семенники близко к телу, при высоких температурах, напротив, она расправляется и отвисает; поэтому семенники максимально удалены от тела. Кроме того, в семенниках поддерживается несколько более низкая температура за счет того, что протекающая к ним артериальная кровь предварительно охлаждается, отдавая тепло более холодной венозной крови. Вокруг семявыносящего протока, артерии семявыносящего протока и нерва, входящих в состав семенного канатика, кровеносные сосуды образуют сетевидное сплетение. Эта система теплообмена дает сравнительно высокий терморегуляционный эффект.

При повышении температуры семенников примерно на 3°C сперматозоиды отмирают или не образуются вообще. Этим пользуются австралийские овцеводы, которые обертывают семенники баранов в толстую фланель, в результате чего температура последних повышается до нормальной температуры тела, и бараны преждевременно становятся бесплодными [102].

Крайне высокая температура влияет на сперматогенез непосредственно, так как приводит к дегенерации эпителия семенников (рис. 26). Наиболее чувствительны к температуре первичные сперматоциты. Умеренно высокие температуры, сохраняющиеся в течение нескольких месяцев, действуют, вероятно, как ингибиторы. Кроме того, высокие температуры часто приводят к угнетению полового инстинкта.

Повреждение семени возможно в половых путях самки, подвергшейся тепловому стрессу. Но и после состоявшегося оплодотворения дальнейшее развитие эмбриона, который в первые дни особенно чувствителен к изменениям температуры, подвергается опасности [236].

О влиянии низких температур на плодовитость мужских особей имеется мало сведений. Специфического влияния можно ожидать только при температурах ниже точки замерзания. У неадаптированных животных возможно ослабление полового инстинкта. Местное влияние холода на мужские половые железы проявляется в нарушении сперматогенеза и ухудшении оплодотворя-

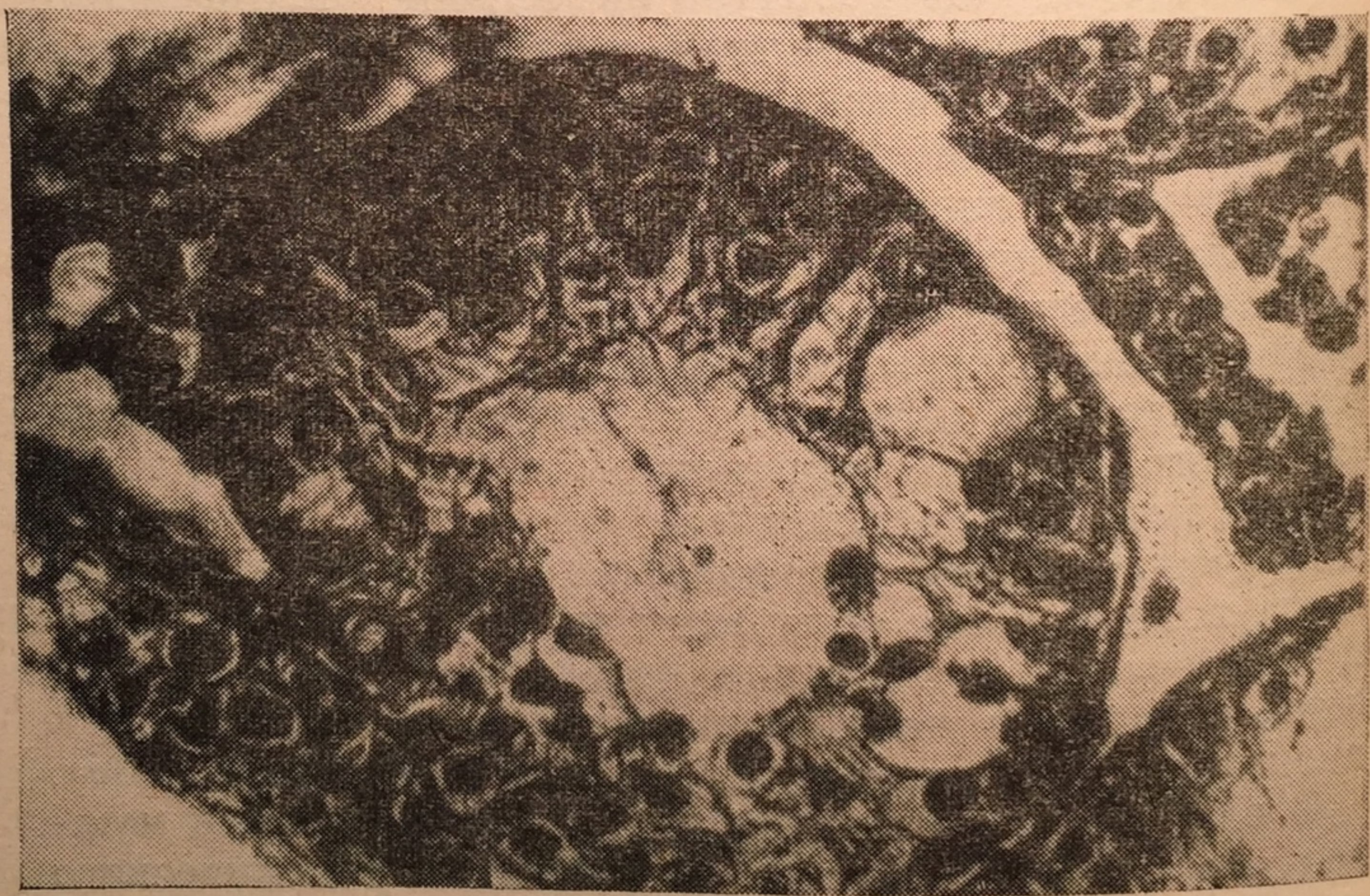
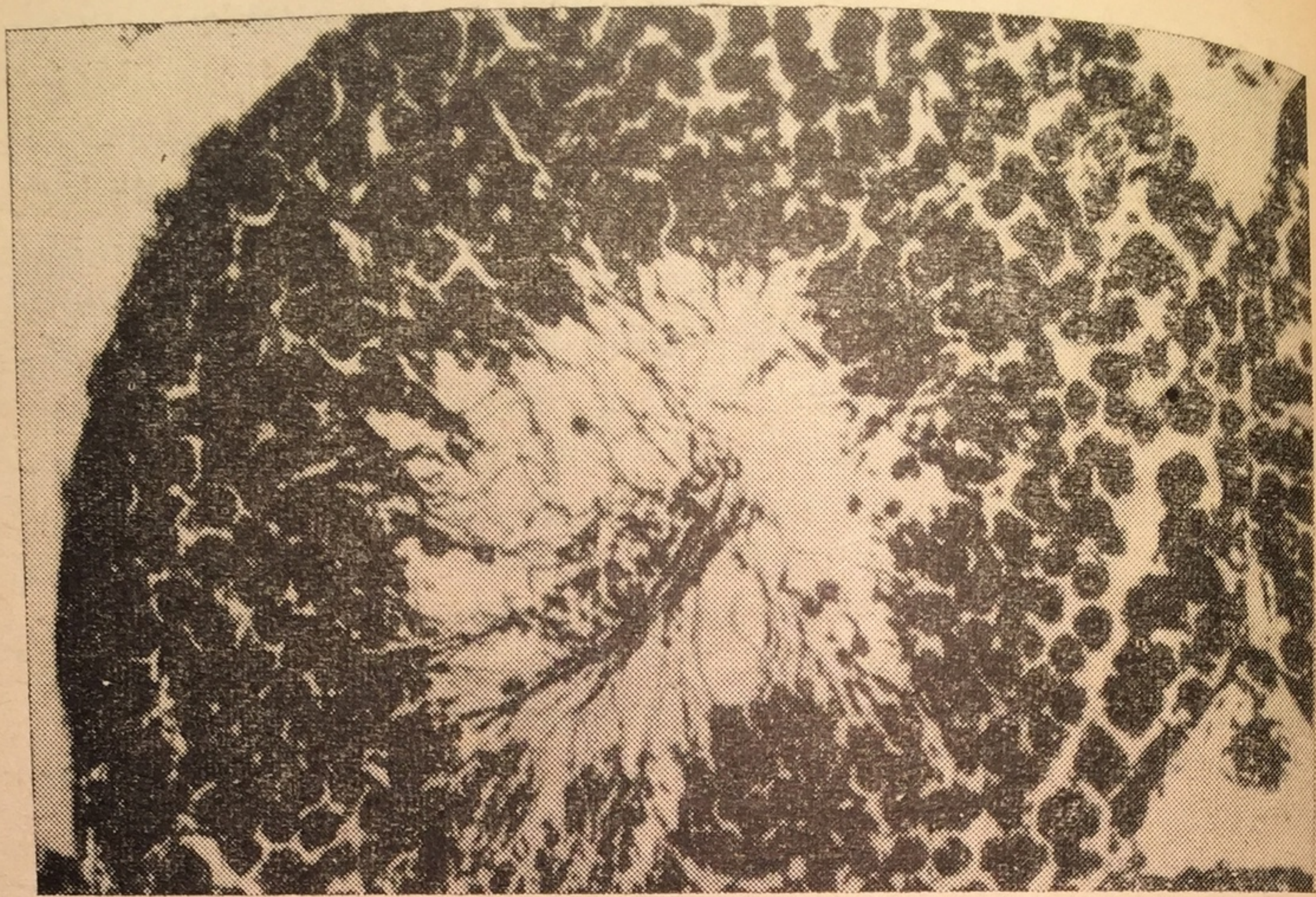


Рис. 26. Гистологические изменения в семенниках самца мыши после теплового стресса:

вверху — семенниковые канальцы при нормальной температуре (21°C);
внизу — после 15-дневного пребывания в условиях высокой (35°C) температуры — дегенеративные изменения и прекращение спермообразования.

ющей сп...
 опытных крыс...
 имело следстви...
 и частичное ог...
 ников [88].

Климатическ...
 лового созреван...
 щественно влия...
 высоких темпер...
 пола ускоряет...
 пает половое с...
 ностью роста, ...
 ускорением раз...

Плодовитость

У некоторых в...
 на с соотноше...
 отбором и пр...
 пытаются устр...
 ние молодняк...
 приятному и ...
 в некоторых с...
 Влияние цикл...
 эксперимента...
 ется искусств...
 ния [186].

При иску...
 вях освеще...
 год перестал...
 прихождение...
 связи с как...
 торами вне...
 лучены на ...
 родине име...
 мещения в ...
 плод на пр...
 в целом ни...
 на экватор...
 ками, усло...

У полк...
 и свиньи)...
 менее чет...
 ному вли...

ющей способности сперматозоидов. Пребывание подопытных крыс в течение 40 недель при температуре $+2^{\circ}\text{C}$ имело следствием полное прекращение сперматогенеза и частичное ограничение эндокринной функции семенников [88].

Климатические факторы влияют также на сроки полового созревания. С этой точки зрения особенно существенно влияние высоких температур. Под влиянием высоких температур половое созревание особей обоего пола ускоряется. Поскольку возраст, в котором наступает половое созревание, тесно коррелирует с интенсивностью роста, это влияние можно отчасти объяснить ускорением развития.

Плодовитость женских особей

У некоторых видов животных половая активность связана с соотношением длины дня и ночи. Направленным отбором и проведением зоотехнических мероприятий пытаются устранить эту сезонность, с тем чтобы рождение молодняка приурочить к периоду, наиболее благоприятному и с хозяйственной точки зрения. Например, в некоторых странах окоты овец приурочивают к осени. Влияние циклов освещения на половую активность овец экспериментально доказано тем, что половой сезон удается искусственно сдвинуть изменением режима освещения [186].

При искусственно созданных экваториальных условиях освещения с постоянной длиной дня у овец через год перестали проявляться нормальные сезонные циклы; прихождение в охоту было нерегулярным, без всякой связи с какими-либо поддающимися определению факторами внешней среды [255]. Аналогичные данные получены на британских породах овец, которые на своей родине имеют ограниченный половой сезон. После перемещения в экваториальные районы они приносят приплод на протяжении всего года, однако процент ягнения в целом низок. Вероятно, сезонность половой активности на экваторе связана с изменением температуры, осадками, условиями пастбы и кормления.

У полиэстричных животных (крупный рогатый скот и свиньи) сезонные отклонения в половой активности менее четки. Половой цикл птиц подвержен значительному влиянию света. Он определяет периоды яйцеклад-

ки и насиживания. Однако частота овуляции в рамках серии яйцекладки определяется прежде всего суточным чередованием света и темноты.

Из прочих климатических факторов на плодовитость женских особей наибольшее влияние оказывает высокая температура. Относительно крупного рогатого скота известно, что в условиях высоких температур продолжительность цикла увеличивается по сравнению с нормой, охота выпадает, а при сильном тепловом стрессе цикл вообще отсутствует [236]. Как указывает Йейтс [275], у овец, которые в период случки экспериментально содержались при высоких температурах, оплодотворяемость достигла только 60%, хотя в опыте использовались только бараны с проверенной плодовитостью (оплодотворяемость контрольной группы составляла 90%). Кроме того, Датт и др. [68] и Уайтман и Браун [267] наблюдали у овец в результате перегрева высокую эмбриональную смертность.

У крупного рогатого скота и овец течка проявляется регулярно в течение всего года (если цикл не прерывается беременностью). Однако в некоторых случаях у европейских пород, которые содержатся в очень суровых условиях, зимой встречаются периоды анэструса. У браманского скота длительные периоды анэструса наблюдаются при неблагоприятных условиях кормления [88].

Тепловой стресс может быть причиной морфологических аномалий яйцеклеток, таких, как съеживание цитоплазмы или разрыв блестящей оболочки. Датт и др. [68] обнаружили снижение оплодотворяемости у овец, подвергнутых на 12-й день цикла, предшествующего случке, воздействию температуры 32°C. Хафец [88] отмечал у крупного рогатого скота больше оплодотворений весной, нежели летом. Лето с крайне высокими температурами может снизить оплодотворяемость в низких географических широтах, тогда как в высоких широтах аналогичное явление может наблюдаться в зиму с сильными холодами. Степень влияния климата на оплодотворяемость определяется также породной принадлежностью животных. Герефордские и шортгорнские коровы молочного типа, видимо, более чувствительны, чем гернсейские, голштинские или джерсейские.

Влияние экстремальных климатических факторов на плодовитость неблагоприятно и в том случае, когда речь

идет о беременных животных. Конечный эффект зависит от вида животных, характера климатических стрессоров, продолжительности их действия и стадии беременности. Климатические воздействия заключаются в том, что они затрагивают обмен веществ в матке, а также непосредственно повреждают эмбрион на всех фазах его развития.

В частности, под влиянием крайне высоких температур уменьшается величина помета; растет число аборт-ов, происходит рассасывание плодов. У некоторых видов климатический стресс, в особенности гипертермия во время беременности, может вызвать деформацию плода. Такое влияние может проявиться прежде всего в тех случаях, когда нагрузка приходится на период органогенеза (на первой стадии беременности). Если животные подвергаются неблагоприятным нагрузкам на более поздних стадиях, степень повреждения не столь значительна. Йейтс [276] наблюдал эту зависимость у овец. Он каждый день подвергал 7-часовому воздействию температуры 42°C три группы маток: одну — начиная с первого дня после случки, вторую — в течение последних двух третей суягности и третью — только в течение последней трети суягности. Наибольшие повреждения эмбрионов были отмечены в первой группе.

Чувствительность к тепловой нагрузке во время беременности у разных видов животных неодинакова. У коров после воздействия температурой 38°C в течение 27 часов на 4-м и 6-м месяцах стельности произошли выкидыши. Свиноматки, подвергшиеся воздействию высокой температуры во время супоросности, не аборт-овали, и у них не было отмечено рассасывания плодов. Способность переносить высокие температуры без снижения плодовитости варьирует также в зависимости от породной принадлежности животных.

О влиянии низких температур на эмбриональное развитие имеется мало сведений. Можно предполагать, что и низкие температуры (после превышения некоторого порога) могут оказывать отрицательное влияние. Однако эти влияния практически не столь существенны, поскольку и естественная, и искусственная защита от холода обычно бывает более эффективна, чем защита от высоких температур.

ШЕРСТНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ

Влияние климатических факторов на шерстную продуктивность зависит от многих других факторов, таких, как пол и порода животных, географические условия, дневные и сезонные колебания температуры и освещения, уровень кормления, стрижка. В целом можно сказать, что шерсть наиболее интенсивно отрастает летом и наименее интенсивно — зимой. Этот годовой ритм до некоторой степени зависит от репродуктивного цикла; вследствие суягности ограничивается рост шерсти зимой, а лактация замедляет ее рост весной. Белич [14] подтвердил эту зависимость экспериментально. Матки, не ставшие суягными, дали на 10—15% больше шерсти; многоплодие снижает шерстную продуктивность: беременность двойнями в среднем на 5%, тройнями — на 10%.

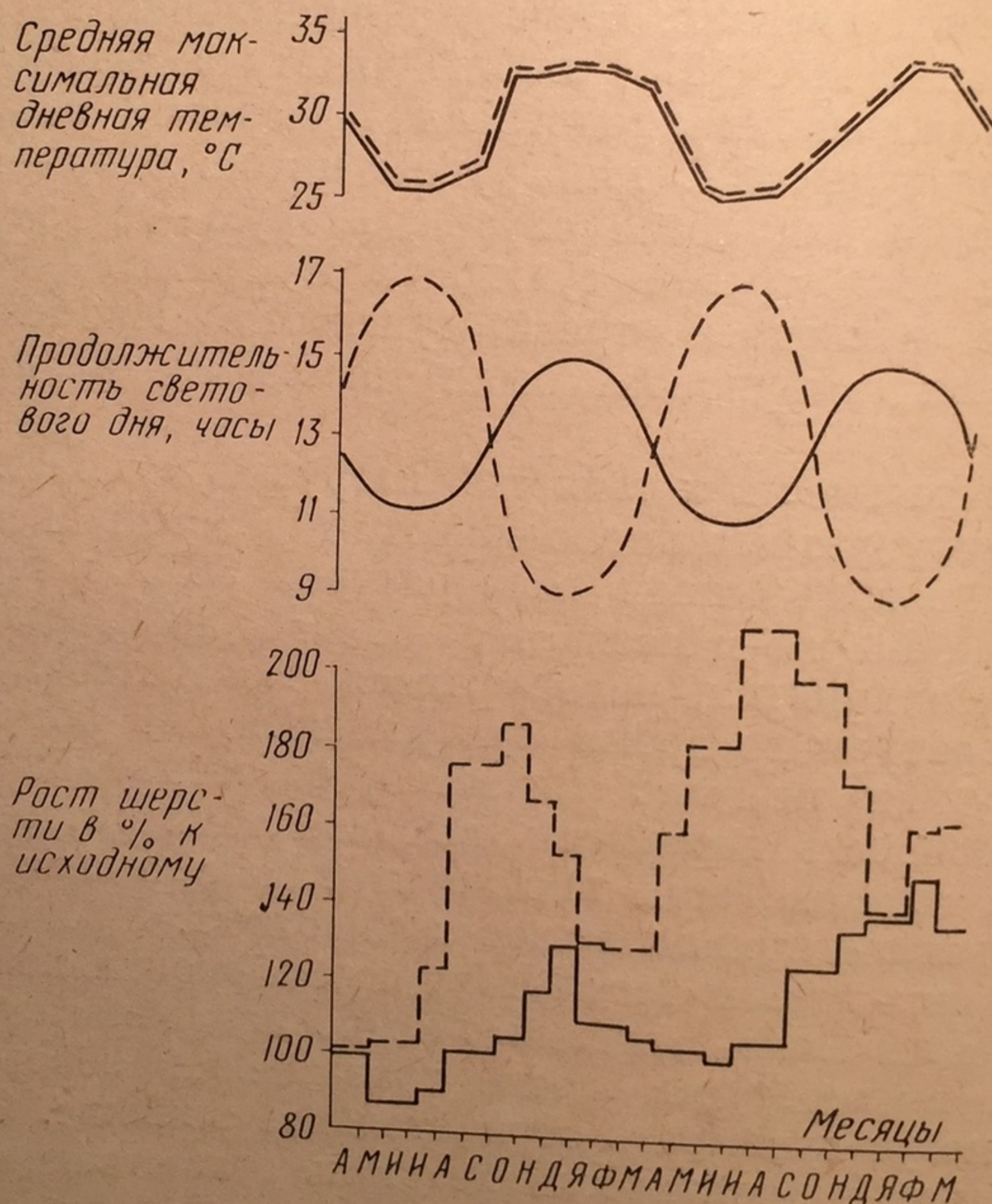


Рис. 27. Влияние продолжительности светового дня на рост шерсти [87]: сплошная линия — контрольная группа; прерывистая линия — группа, содержащаяся при извращенном световом режиме.

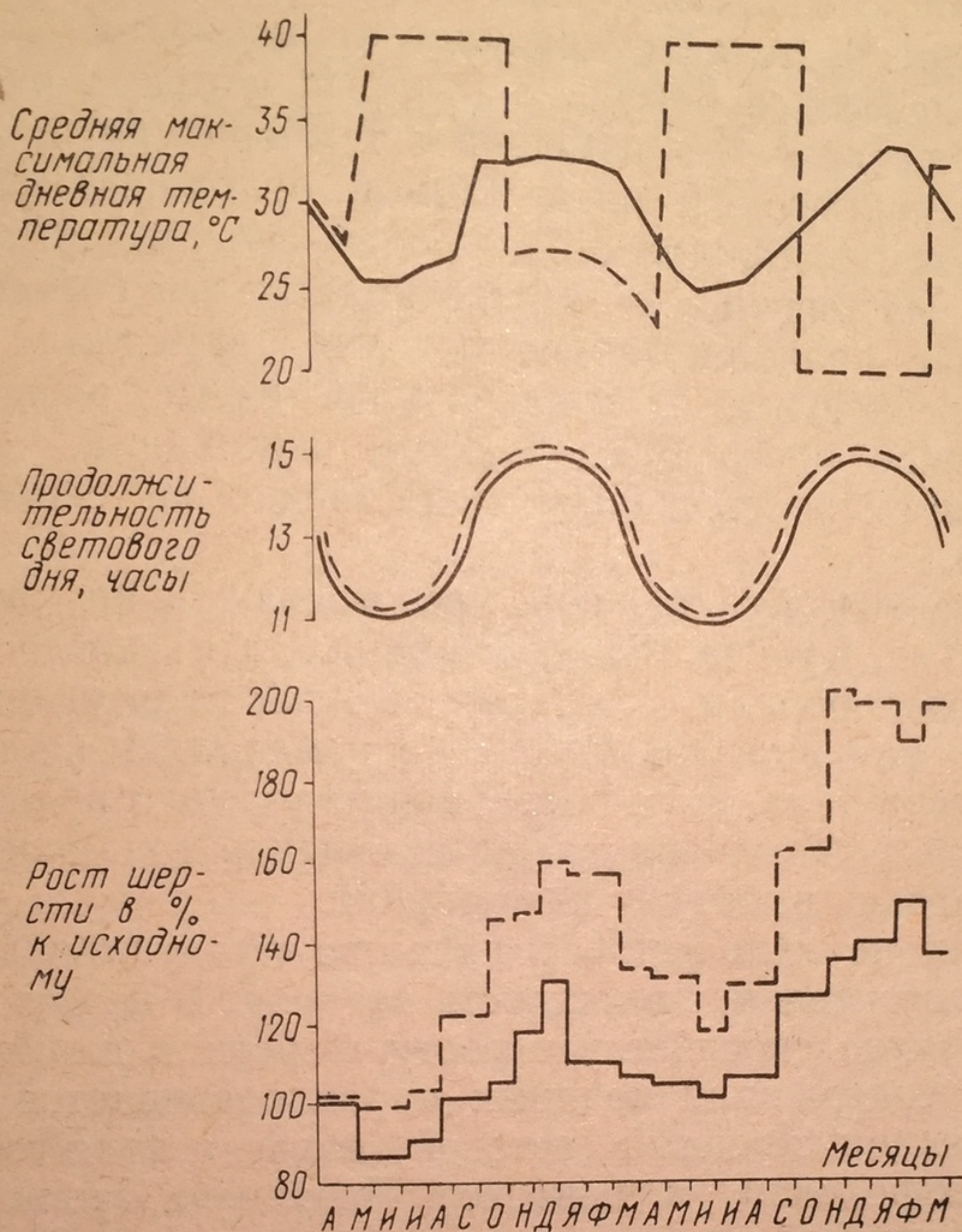


Рис. 28. Влияние годового температурного режима на рост шерсти [87]:

сплошная линия — контрольная группа; прерывистая линия — группа, содержащаяся в условиях извращенного температурного режима (отопление зимой, охлаждение летом).

Годовой ритм роста шерсти является отчасти следствием различий в кормлении, поскольку в большинстве стран овцы лучше питаются в течение весенне-летнего периода. Но если животных содержали на постоянном рационе, летом рост шерсти был более интенсивным, чем зимой.

Более интенсивный рост шерсти летом вначале объясняли тем, что овец весной стригут, и холодовой стресс стимулирует рост шерсти. Проводилось много экспериментов, чтобы объяснить ритм роста шерсти, но результаты были крайне противоречивыми, возможно, по той причине, что здесь могли участвовать два фактора — продолжительность дня и температура, тесно связанные

друг с другом. Влияние этих факторов анализировал Хафец [88]. В течение двух лет он проводил опыт в двух вариантах, в одном из которых изменил ритм освещения, оставив без изменения температуру, а в другом — температурный ритм (зимой отапливал помещение, а летом охлаждал его), причем световой ритм сохранялся. Из рисунка 27 можно видеть, что постепенное укорочение продолжительности дня замедляло рост шерсти, независимо от температуры. Когда овец зимой искусственно обогревали, а летом охлаждали, естественный ритм роста шерсти существенно не изменился (рис. 28).

Крайне высокие температуры влияют и на качество шерсти. Так, Туэйтс [255] установил, что когда овец мериносовой породы в течение 14 дней подвергали воздействию температуры $40,5^{\circ}\text{C}$, то изменились не только температура тела, но и потребление корма и воды. Тепловой стресс обусловил также изменение толщины шерстных волокон в сторону их утонения.

У овец на количество и качество продукции влияет также относительная влажность воздуха. В целом влажность воздуха способствует росту шерсти в длину. При высоком содержании водяных паров развивается преимущественно покровный (остевой) волос, а доля извитых шерстных волокон уменьшается. Поэтому в тропиках, а также в странах с обилием осадков разведение рунных пород овец бесперспективно.

Подобно
держания та
венно, и кос
можно усма
менты могут
животных. Т
равильный у
го могут осс
конечностей,
нологически
Неправильн
рушения фу
Косвенно
том, что они
вотных. Вед
существован
вырабатыва
ции, которые
дения. В э
обеспечивае
ный прием
точный реж
степени на
Если пр
но видеть
ветствующ
жение, то
тить слиш
жения пр
С этой то
нологичес
ятий не
изучить н

НАГРУЗКИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ СОДЕРЖАНИЯ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Подобно климатическим факторам, технология содержания также действует на животных и непосредственно, и косвенным путем. Прямое влияние технологии можно усматривать в том, что нецелесообразные ее элементы могут неблагоприятно воздействовать на здоровье животных. Так, несоответствующая длина стойла, неправильный уклон пола, неподходящий материал для него могут особенно отрицательно повлиять на состояние конечностей, а чрезмерный шум при эксплуатации технологических устройств на нервную систему животных. Неправильный способ доения может стать причиной нарушения функций молочной железы.

Косвенное влияние упомянутых стрессоров состоит в том, что они нарушают привычный суточный режим животных. Ведь у животных в соответствии с условиями существования складывается определенный ритм жизни, вырабатываются определенные индивидуальные реакции, которые внешне проявляются в особенностях поведения. В этих случаях соблюдение суточного режима обеспечивает животным необходимый отдых, достаточный прием корма и рациональную активность. Если суточный режим нарушается, то в большей или меньшей степени нарушается и протекание жизненных функций.

Если прямое влияние технологических факторов можно видеть непосредственно, что позволяет, приняв соответствующие меры, за короткое время исправить положение, то косвенное их влияние обычно удается заметить слишком поздно, когда оно уже проявилось в снижении продуктивности и ухудшении здоровья животных. С этой точки зрения косвенное влияние различных технологических элементов и эксплуатационных мероприятий не менее важно, чем их прямое влияние. Нужно изучить нормальный суточный режим животных и про-

следить его изменения в связи с изменениями условий, что по поведению животных позволит сделать заключение о его влиянии на организм животных и предотвратить возможный ущерб.

Способ содержания влияет также на отношения между животными. При различных столкновениях животные не только наносят друг другу физические повреждения, но эти конфликты могут стать источником психических стрессов, особенно для животных, занимающих более низкий ранг в иерархической структуре стада.

Для наиболее объективной оценки тех или иных способов содержания лучше всего было бы, пожалуй, начать с этологических наблюдений.

ПОВЕДЕНИЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СОДЕРЖАНИЯ

Рассматривая способы содержания крупного рогатого скота в помещениях, мы будем сравнивать три наиболее распространенных: привязное, беспривязное на глубокой подстилке и боксовое.

В поведении животных и на пастбище, и в коровнике можно наблюдать определенную ритмичность, которая проявляется в чередовании периодов отдыха и движения. В общем можно сказать, что в условиях привязного содержания суточный режим более регулярен, он не обнаруживает такой расчлененности, как при беспривязном содержании, поскольку животные имеют ограниченные возможности движения и значительную часть времени затрачивают на отдых. Преимущество боксового типа беспривязного содержания состоит в том, что боксы частично оберегают животных от беспокойства. Но это только общие замечания: в действительности на условия в животноводческих помещениях влияет множество самых различных факторов. Поэтому в разных объектах, которые с точки зрения строительства решены примерно одинаково, поведение животных зачастую бывает весьма различным.

Пожалуй, в качестве основы для сравнения можно принять поведение крупного рогатого скота в условиях привязного содержания (особенно если речь идет о дойных коровах), поскольку в настоящее время это наи-

более распространенных пород выработаны эти условия.

отдых животных в условиях привязного содержания

В своих экспериментах с дойным скотом в условиях глубокой подстилки (на глубокой подстилке) за коровами следили за коровами с красной датской породы в коровниках сутками.

В коровниках сутками в рядком кормления и кормления этот режим и активности был при беспривязного, так и в другом случае было с 20.00 до 4.00 ч приходился на ночь 3 часов.

Создается впечатление, что различную потребность в отдыхе требует более длительна к условиям, и мех. Если коровы в коровнике в течение суток красной датской породы, а черно-пестрой потребность коров красной датской породы на 11,5%, а коров словацкой породы привязного содержания тилась у всех пород пестрой (более пород) составило 6%, то у тило 12%. Летом ходится на выгулах, 135 минут — гульной площадке — меньше всего — 30 минут. Это означает, что приходится на л

более распространенный способ содержания и у современных пород выработана соответствующая реакция на эти условия.

ОТДЫХ ЖИВОТНЫХ В УСЛОВИЯХ БЕСПРИВЯЗНОГО И ПРИВЯЗНОГО СОДЕРЖАНИЯ

В своих экспериментах мы сравнивали поведение молочного скота в условиях привязного и беспривязного (на глубокой подстилке) содержания. Наблюдения велись за коровами словацкой пестрой, черно-пестрой и красной датской пород.

В коровниках суточный режим определяется порядком кормления и доения. При двукратном доении и кормлении этот режим в отношении чередования покоя и активности был примерно одинаковым в условиях как беспривязного, так и привязного содержания. И в том и другом случае было два периода покоя: с 9.00 до 15.00 и с 20.00 до 4.00 часов. Период наибольшего покоя приходился на ночные часы и продолжался с 23 до 3 часов.

Создается впечатление, что разные породы имеют различную потребность в отдыхе. Словацкая пестрая порода требует более длительного отдыха и более требовательна к условиям, которые обеспечивают отдых без помех. Если коровы этой породы в четырехрядном коровнике в течение суток лежали 774 минуты, то коровам красной датской породы было достаточно 686 минут, а черно-пестрой лишь 664 минуты. Таким образом, потребность коров красной датской породы в этом отношении на 11,5%, а черно-пестрой на 14% меньше, чем у коров словацкой пестрой породы. В условиях беспривязного содержания продолжительность лежания сократилась у всех пород, но если у красной датской и черно-пестрой (более продуктивных пород) это сокращение составило 6%, то у словацкой пестрой породы оно достигло 12%. Летом часть общего времени лежания приходится на выгул. Дольше всего — 158 минут — на выгульной площадке лежали коровы черно-пестрой породы, 135 минут — коровы словацкой пестрой породы и меньше всего — 39 минут — коровы красной датской породы. Это означает, что из общего времени лежания приходится на лежание на выгуле: у коров черно-пест-



Рис. 29. Отдых коров на выгуле.

рой породы около 25%, словацкой пестрой породы — 21% и красной датской породы — 6% (рис. 29). Зимой коровы отдыхают на выгуле только в исключительных случаях.

КАЧЕСТВО ЛОГОВА

Многие авторы отмечают, что продолжительность лежания, особенно в условиях беспривязного содержания, в значительной степени зависит от качества логова [47; 132]. Коровы скорее будут стоять, чем лягут на мокрую или загрязненную подстилку. Эти практические наблюдения мы решили проверить экспериментально.

Влияние качества логова на поведение дойных коров мы изучали зимой, так как стремились в максимальной степени исключить возможность удобного отдыха животных на выгуле. У одной группы коров логово было загрязнено: в течение двух дней до начала наблюдений оно не покрывалось подстилкой. У второй группы логово было сухим и уплотненным. Обе группы были размещены в смежных отделениях беспривязного коровника.

В первой группе в среднем за 24 часа среди коров словацкой пестрой породы лежало наименьшее количество особей — 17%, а среди коров неотечественных пород — 27—29% животных. Наоборот, в группе, которая имела сухое место для лежания, лежало 53—54% коров,

причем между
большая разни
ших коров набл
ной подстилкой
породы, 32% —
породы. На сухо

В отделении
коровы лежали и
ке для кормлен
жились от устал

Влияние за
пребывании кор
рая имела сухо
только изредка
Пребывание ж
ло заметно про
черно-пестрой
выходили на в
лежали там, ч
щих наблюден
условиях.

Более высо
реакция на не
пример, на бо
держания или
тельствует о т
нагрузки пере

длина стойл

Особенности
жания и в у
лична даже
при длине ст
день, а в сто

Для раз
тельским ин
работаны па
но рассчиты
ных (табл.
содержание
же удобств
требует це
который по

причем между породами не было никакой разницы. Наибольшая разница между группами в количестве лежащих коров наблюдалась ночью, когда в группе с влажной подстилкой лежало 23% коров словацкой пестрой породы, 32% — черно-пестрой и 50% — красной датской породы. На сухом логове лежали 81—87% животных.

В отделении с влажной подстилкой в течение дня коровы лежали исключительно на бетонированной площадке для кормления и лишь в ночные часы некоторые ложились от усталости по краям загрязненного логова.

Влияние загрязненной подстилки отразилось и на пребывании коров на выгулах. Коровы из группы, которая имела сухое место для лежания, выходили на выгул только изредка и задерживались там очень ненадолго. Пребывание же на выгуле коров из второй группы было заметно продолжительнее: словацкой породы — 18%, черно-пестрой — 14% и красной датской — 8%. Коровы выходили на выгульную площадку также ночью и даже лежали там, чего мы ни разу не отмечали в предыдущих наблюдениях в зимний период при благоприятных условиях.

Более высокая потребность в отдыхе и более чуткая реакция на непривычные и возбуждающие факторы (например, на более беспокойный режим беспривязного содержания или ухудшение условий для лежания) свидетельствует о том, что словацкий пестрый скот подобные нагрузки переносит хуже.

ДЛИНА СТОЙЛА И ВИД ПОДСТИЛКИ

Особенности логова влияют на продолжительность лежания и в условиях привязного содержания. Небезразлична даже длина стойла. Олбрайт [2] установил, что при длине стойла более 2 м коровы лежали 10,2 часа в день, а в стойле длиной 1,7 м — только 8,8 часа.

Для разводимых в ЧССР пород Научно-исследовательским институтом животноводства в Нитре были разработаны параметры коротких стойл, при которых можно рассчитывать на минимальное загрязнение животных (табл. 6). Остается открытым вопрос, может ли содержание без подстилки обеспечить животным такие же удобства, как содержание на подстилке. Практика требует целесообразного типа бесподстилочного пола, который позволил бы затрачивать минимум времени на

Размеры коротких стойл (в см) для коров разводимых в Чехословакии пород (Ковальчик и Ковальчикова, Котры, 1973)

Порода	Длина	Ширина
Словацкая пестрая	160	100—115
Пинцгауская	155	110
Черно-пестрая	150	110

неприятную работу по уборке навоза. Однако сведения о реакциях животных на содержание без подстилки очень разноречивы. Клейбер [117] получил очень хорошие результаты с трехслойными резиновыми матами, которые использовались в привязном коровнике с короткими стойлами. Коровы лежали на них даже дольше, чем на подстилке из соломы (647 минут против 562).

Более интересные результаты получены в условиях беспривязного содержания, когда животным предоставляется возможность свободного выбора субстрата. Андреэ [6] установил, что животные игнорируют бетонные полы и полы из других твердых материалов, хотя они и обладают наилучшими теплоизоляционными свойствами, если на них нет достаточного слоя подстилки. Даже деревянный пол не устраивает животных, и они часто предпочитают ложиться в проход, загрязненный фекалиями, нежели в боксы. Очень хорошие результаты этот автор получил с полом из пенорезины. В боксах с таким полом коровы ежедневно в течение примерно 4 часов стояли и 10 часов лежали, что соответствует суточной потребности в отдыхе. Напротив, на твердом полу коровы затрачивали только около 1,25 часа на стояние и столько же времени на лежание, т. е. соответственно 28 и 13% от нормы.

Влияние характера пола на продолжительность лежания изучали также Штоттмейстер и Лампрехт [242]. Наиболее целесообразным в этом отношении они считают боксовый коровник с подстилкой из опилок. Животные лежали там в течение суток 656 минут, тогда как при беспривязном содержании на глубокой подстилке — 630 минут, а в боксах без подстилки — лишь 504 минуты. Однако авторы не сообщают, каким был пол при бесподстилочном способе содержания.

БОКСОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ

Разделение площади беспривязных коровников на боксы было предпринято также в связи с тем, что в боксах животные предположительно будут чувствовать себя спокойнее и меньше тревожить друг друга. Однако результаты наблюдений в существующих объектах не всегда свидетельствуют о том, что это решение было оптимальным для животных.

Очень интересный эксперимент, который отчасти был financирован самими скотовладельцами, был проведен в университете штата Индиана [221]. Велись наблюдения за поведением животных в условиях беспривязного содержания и содержания в боксах. Обе системы содержания применялись в одном объекте, группы животных были отделены друг от друга электроизгородью. Способы кормления и доения были одинаковы. Для беспривязного содержания было характерно, что суточный режим определялся активностью группы; инициатива особи была второстепенным моментом. Так, большинство животных стремилось поедать корм в одно и то же время. Правда, более агрессивные особи занимали лучшие места у кормушек, более робкие подходили к корму позже. При боксовом содержании поведение животных было более индивидуалистическим, групповая активность наблюдалась реже, отмечались определенные периоды, когда и в той и в другой группах ложились все коровы, но в условиях беспривязного содержания это бывало чаще. В обоих случаях конфликты между животными были очень редкими и чаще всего наблюдались возле кормушек.

Через 6 месяцев электрическую изгородь удалили, и животные получили возможность переходить из одной части коровника в другую и выбирать место пребывания. Наблюдения производились в течение 14 дней после удаления изгороди. Из 24 коров, которые первоначально содержались в отделении без привязи, только две воспользовались боксом, и то по одному разу. Из 20 животных, находившихся в боксовом отделении, боксами пользовались только десять: две — по 4 раза, одна — 2 раза, семь других — только по одному разу. Остальные коровы из обеих групп предпочли беспривязное содержание без боксов. Из 14 наблюдений в пяти случаях все боксы были пустыми. Этими результатами подтвержда-

ются предшествующие наблюдения, что животных приходится приучать к пребыванию в боксах и заставлять их силой входить туда.

Нами тоже получены аналогичные результаты. После перевода на боксовое содержание, когда животные получили доступ к выгулам, они не пользовались боксами, хотя в боксах им задавали корм и на время кормления фиксировали. Большую часть дня и ночи они проводили на выгулах и там же лежали. Лишь в очень плохую погоду некоторые животные перешли в помещение, но предпочитали ложиться в бетонном проходе, несмотря на то что боксы были выстланы резиновыми матами. Когда мы хотели поместить животных в боксы, их пришлось туда загонять. Животные привыкли к боксам лишь после того, как их в течение нескольких дней держали там на привязи, закрыв доступ к выгулам.

Техническое решение боксов

Так как в скотоводстве по многим причинам желательно бесподстилочное содержание животных, а боксы представляют собой одну из наиболее приемлемых альтернатив этого способа, необходимо искать пути, чтобы сделать боксы привлекательными для животных. В первую очередь нужно усовершенствовать полы. Животные с трудом переносят твердые полы даже в том случае, если они обладают хорошей теплоизоляцией. Наиболее целесообразны теплые и мягкие резиновые маты с пористой прослойкой. Учитывая трудности, связанные с очисткой, хорошим решением было бы применение дешевой подстилки из опилок или соломенной резки.

Важны также размеры бокса. Маддекс [163] наблюдал, что из боксов различной величины крупные особи выбирают большие боксы, а более мелкие — меньшие. Однако более правдоподобным кажется наблюдение Шмиссера и др. [221], что в таких условиях все коровы с высокой достоверностью предпочитают большие боксы. В любом случае боксы должны быть достаточно просторными, чтобы животным удобно было стоять всеми четырьмя ногами (рис. 30).

Не оправдало себя устройство боксов со сплошными перегородками, что было сделано с намерением полностью отделить животных друг от друга и тем самым обеспечить их покой. Такими боксами животные поль-

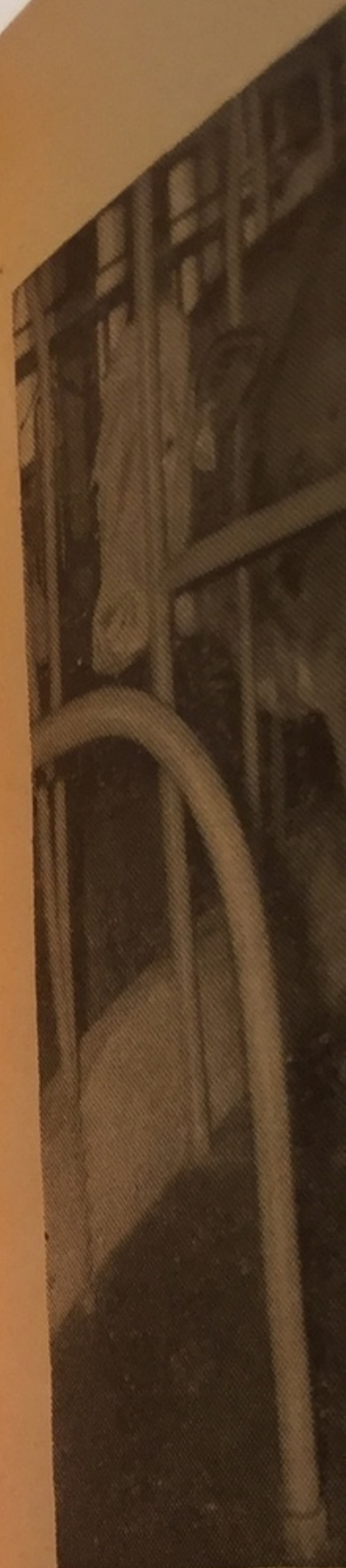


Рис. 30. Правильная

зовались гораздо
перегородками
нужно устраивать
житья попере
него. В этом с
ные животные
проходе. При
ется устраивать
ных, чтобы ж
последними, н
бокс.

Выбор боксов

Наблюдения
ные, свидетел
всегда ищут
новил, напри
менты по 4 с

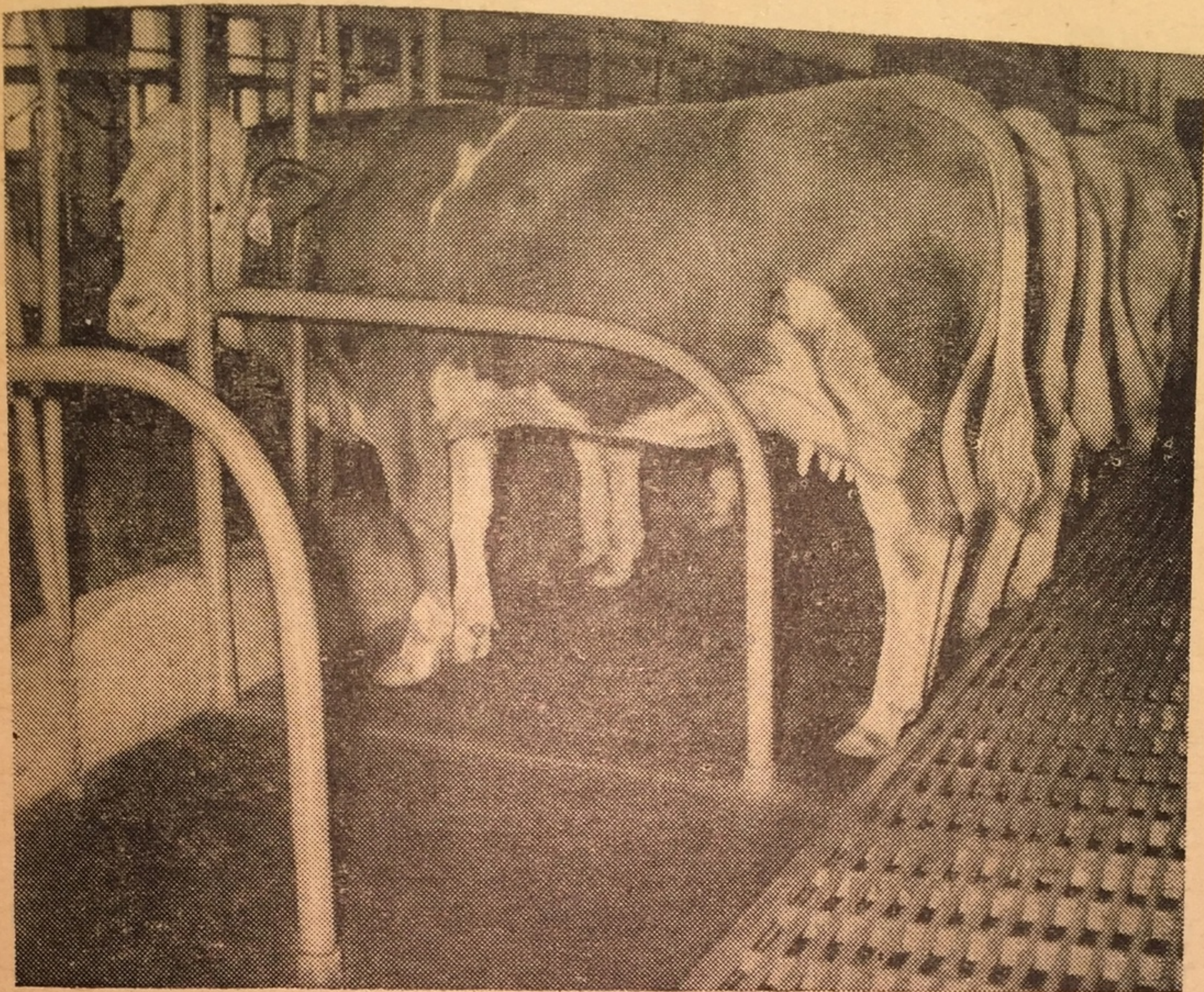


Рис. 30. Правильная длина стойла.

зовались гораздо меньше, чем боксами, разделенными перегородками из труб [94]. Однако эти перегородки нужно устраивать так, чтобы животные не могли ложиться поперек бокса и занимать часть площади соседнего. В этом случае бокс останется незанятым, и отдельные животные будут вынуждены стоять или лежать в проходе. При боксовом содержании вообще рекомендуется устраивать боксов больше наличного числа животных, чтобы животным, возвращающимся в помещение последними, не приходилось долго искать свободный бокс.

Выбор боксов

Наблюдения многих авторов, а также наши собственные, свидетельствуют о том, что некоторые животные всегда ищут определенные боксы. Гауптман [94] установил, например, что в коровнике, разделенном на сегменты по 4 стойла, 5% коров после возвращения из до-

ильного зала искали всегда одно и то же стойло, 50% — стойла в том же сегменте, 55% — в другом сегменте, но одинаково расположенные (сбоку или в середине), а 15% животных — совершенно иное стойло. О намеренном выборе коровами боксов свидетельствуют и результаты Андреэ [6], который в 844 наблюдениях на 48 коровах установил, что в 223 случаях коровы изо дня в день выбирали один и тот же ряд боксов, в 129 случаях — в пределах трех соседних боксов, а в 66 случаях — один и тот же бокс. Автор также пришел к выводу, что чем старше животные, тем сильнее они привязаны к одному боксу. Цэна [47] рекомендует окрашивать стены боксов разными красками, чтобы животным было легче распознавать их; однако Гауптман [96] установил, что этот способ неэффективен. Впрочем, многие наблюдения свидетельствуют о том, что коровы довольно неприхотливы в отношении места для лежания, и хотя они склонны возвращаться на одно и то же место, тем не менее легко меняют его на другое, даже более удаленное [221]. Вряд ли по причине конкуренции из-за боксов между животными могут возникать конфликты.

ТЕХНОЛОГИЯ КОРМЛЕНИЯ

Прием корма представляет собой один из основных типов жизненно важной активности и сопровождается максимальными усилиями особей для оптимального удовлетворения их потребностей. В результате этого при кормлении чаще всего возникают конфликтные ситуации. Агрессивные животные, как правило, при этом выигрывают, а робкие оказываются в невыгодных условиях. Если корм не в избытке, то некоторым животным его не хватает. В результате этого у них снижается продуктивность и живая масса. Другой отрицательный момент, особенно важный в жизни пугливых животных, — это психические нагрузки, страх перед агрессивным поведением остальных особей и боязнь остаться без корма.

Поэтому важно организовать кормление так, чтобы все животные получали свою гарантированную дозу корма и поводы для конфликтов были по возможности исключены. Особенно важно наблюдать за поведением животных и следить за их массой при всех изменениях системы содержания и кормления.

САМОКОРМЛЕНИЕ

Кормление, наряду с доением и уборкой навоза, поглощает сравнительно много рабочего времени — обычно до 20—30% всех затрат труда. С развитием механизации доения и введением беспривязного содержания доля труда, затрачиваемого на кормление, еще более возрастает: при беспривязном содержании и доении в доильной установке «елочка» на него приходится уже до 50% всего рабочего времени. Поэтому естественно стремление ввести в кормление животных такую технологию, которая требовала бы как можно меньше трудовых затрат. Первоначально одним из таких решений считалось самокормление (рис. 31). Помимо уменьшения затрат труда, самокормление имеет и другие преимущества: снижение строительных затрат и экономия производственной площади. При самокормлении скот использует возможность свободного перемещения и активно помогает обслуживающему персоналу сократить, упростить и облегчить его работу по кормлению.

Однако многие проблемы этим путем решить не удалось, в связи с чем велись поиски других методов. Недостаток самокормления — перерасход корма, составляющий в среднем 10—15%, а в некоторых случаях до 30—50% [60] (рис. 32). При самокормлении чрезвычайно велико потребление сена, правда, только в том случае, если оно хорошее. Скот поедает его до 7—8 кг на голову в сутки.

Перерасход корма нельзя считать самым большим недостатком самокормления. Этот фактор становится важным лишь в случае недостатка корма. При хорошей кормовой базе кормление вволю практикуется и при других технологиях кормления. При дозированном кормлении суточный рацион тоже рассчитан на самых прожорливых животных. Собственно говоря, перерасходом корма следует считать только бесполезные его потери при самокормлении, поэтому задача технологов — сократить эти потери до минимума.

Гораздо большим недостатком самокормления является то, что поедание корма регулируется индивидуально. Более агрессивные животные обеспечивают себе доступ к наилучшему корму и в наиболее удобное для них время. Важно это потому, что крупный рогатый скот на протяжении суток кормится не во всякое время. Ноч-

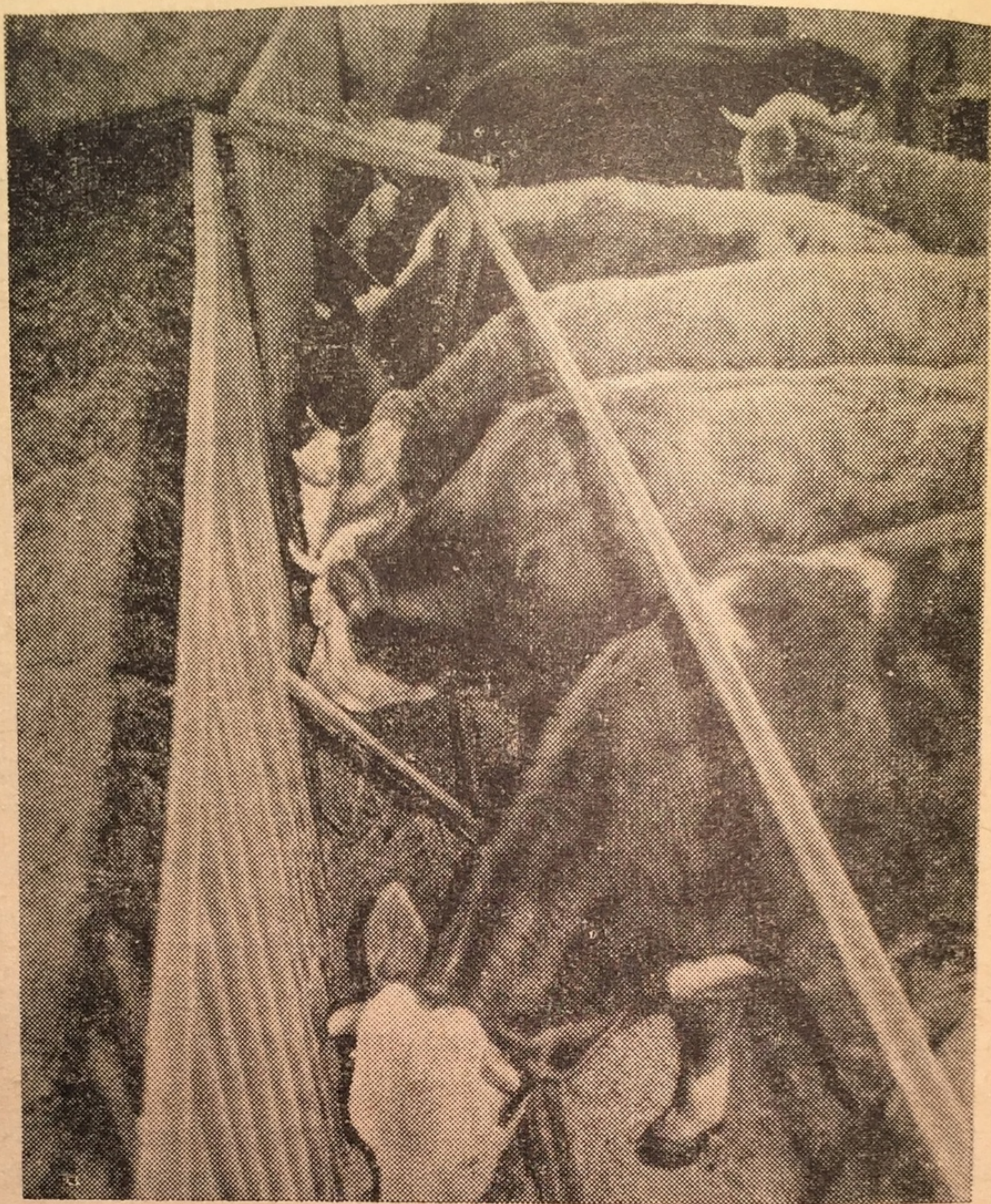


Рис. 31. Самокормление коров.



Рис. 32. Ожирение животных из-за чрезмерного потребления корма при самокормлении.

ные часы о
насытились
го социаль
только свои
лее слабос
должитель
зависимост
до 378 ми
Поэтом
шинстве с
ное кормл
прямо из
ных средс

ДОЗИРОВА

При тако
имеет сво
одинаков
виях бес
случае к
поедание
317 мин
пестрой
виях пр
ке эти
датской
и слова
чем у д

Для
важно
сирова
конфли
время
ным о
После
отмет
ность
кормл
шек)
т. е. у

10 Зак

ные часы отводятся для отдыха, даже если животное не насытилось. Согласно Ханссену [91], животное высоко-го социального ранга при самокормлении съедает не только свою суточную норму, но и половину нормы более слабого. Так, у 70 телок 15-месячного возраста продолжительность нахождения у кормушки составляла в зависимости от силы и агрессивности животных от 121 до 378 минут.

Поэтому в наших условиях от самокормления в большинстве случаев отказались и перешли на дозированное кормление (в коровниках со сплошным проездом — прямо из прицепа или с помощью различных транспортных средств).

ДОЗИРОВАННОЕ КОРМЛЕНИЕ

При таком способе кормления, когда каждое животное имеет свое место у кормушки, мы обнаружили примерно одинаковую продолжительность приема корма в условиях беспривязного и привязного содержания. В первом случае коровы красной датской породы затрачивали на поедание корма 318 минут в сутки, черно-пестрой — 317 минут (22% общего времени суток), а словацкой пестрой — 288 минут (20% общего времени). В условиях привязного содержания в четырехрядном коровнике эти цифры составили соответственно: для красной датской породы — 336 минут, черно-пестрой — 320 минут и словацкой пестрой — 275 минут, т. е. опять меньше, чем у других пород.

Для поддержания спокойствия в коровнике очень важно, чтобы животные во время кормления были фиксированы. Порциг [204] отметил, что более 50% всех конфликтов между животными происходит именно во время поедания корма. Фиксация не позволяет агрессивным особям отгонять остальных животных от кормушки. После перевода коров на беспривязное содержание мы отметили, что без применения фиксации их продуктивность снизилась на 20,5%; в случае фиксации во время кормления (самофиксирующие перегородки у кормушек) снижение продуктивности составляло лишь 11,5%, т. е. уменьшилось почти наполовину.

СОКРАЩЕННЫЙ ФРОНТ КОРМЛЕНИЯ

В целях снижения расходов на строительство и экономии производственной площади фронт кормления рекомендуется рассчитывать так, чтобы на одно место у кормушки приходилось несколько животных. При этом в коровниках животных кормят на кормовых площадках или в центральных столовых (на крупных комплексах). Соответствующая организация должна обеспечивать чередование групп при кормлении. Чтобы внедрить такую технологию в практику и правильно рассчитать размеры столовой или определить число кормомест, необходимо знать, сколько времени крупный рогатый скот тратит на поедание корма и какие факторы на это влияют.

Продолжительность приема корма

При неограниченной продолжительности времени кормления коровы затрачивают на поедание корма 5—6 часов в сутки [134; 181; 190; 205]. Если время кормления ограничено, животные поедают то же количество корма и за меньшее время — за 3, максимум 4 часа в сутки [228].

Время, необходимое для потребления рациона, в значительной степени зависит от качества корма, привычки животных к определенному корму и его объема. Вейд-лих и Вульф [265] установили, что на потребление 1 м³ корма скот затрачивает примерно одинаковое время (1600—1800 минут), будь то свекла (масса 1 м³ 710 кг), кукурузный силос (400 кг) или сено (70 кг). Наблюдения в сельскохозяйственных кооперативах и госхозах показали, что коровы съедают:

20 кг свеклы	примерно за 45 минут
20 кг кукурузного силоса	за 90 минут
20 кг силосованной ботвы сахарной свеклы	за 45 минут
20 кг хорошего зеленого корма	за 65 минут
20 кг зеленого корма среднего качества	за 90 минут
20 кг перестоялого зеленого корма	за 120 минут
20 кг сена среднего качества	за 50 минут

Скорость поедания корма у разных животных тоже неодинакова. Иногда различия достигают 100%.

Седлакова [228] изучала скорость поедания корма при скармливании отдельных видов кормов отдельно

(утром — силос, вечером — сено и солома) и в смеси. Она пришла к выводу, что при высоком качестве кормов разницы в скорости их поедания нет. Если же один из компонентов смеси худшего качества, то время поедания удлиняется, так как животные перебирают корм. Так, если в рацион вводили низкокачественную кормовую солому, то коровы, которых кормили поочередно то одним, то другим кормом, за 180 минут утреннего и вечернего кормления поедали 58,2% рациона, а коровы, которых кормили смесью, — только 48,3%.

Организация кормления

С целью обеспечения животным достаточного времени для кормления и спокойного поедания корма Штоттмейстер и Лампрехт [242] изучали процесс кормления и использования мест у кормушек. Наблюдения велись в условиях беспривязного содержания на глубокой подстилке (каждое животное имело свое место у кормушки) и в двух объектах с боксами и сокращенным фронтом кормления (на каждом двух животных одно место у кормушки). Кормление было организовано в две очереди: когда первая получала двухчасовой доступ к кормушке, вторая отправлялась в доильный зал. Через два часа группы менялись. По окончании кормления и доения остатки корма предоставлялись обеим группам.

Ограничение продолжительности кормления ускорило поедание корма. Поскольку высокопродуктивные коровы, как известно, затрачивают на поедание корма больше времени, существовала опасность, что именно они при этой системе кормления окажутся в невыгодном положении. Тщательный анализ материала показал, что и эти животные успевали насытиться, так как остатки корма полностью удовлетворяли более высокие потребности отдельных особей.

Продуктивность, кг	Число наблюдений	Продолжительность кормления, минуты	Живая масса, кг	Месяцы после отела
25—30	240	288,6	540,2	1,3
20—25	240	283,8	528,1	1,8
15—20	240	240,0	510,7	3,7
10—15	240	258,6	518,0	3,8

Исходя из данных по проценту использования мест у кормушек, авторы пришли к выводу, что испытываемая система обеспечивает спокойный прием корма и для высокопродуктивных коров, поэтому число мест у кормушек можно было бы сократить еще больше, рассчитывая на одно место у кормушки по 3 животных (сдвиг суточного ритма не вредит животным, если его точно соблюдать).

Так организовано в ГДР кормление животных в предприятиях промышленного типа. Одним местом у кормушки пользуются 3 коровы. Если же к кормовому транспортеру обеспечен подход с обеих сторон, то число предоставляемых кормомест может составлять $\frac{1}{6}$ общего числа животных в помещении. Такая организация кормления позволяет при высоких концентрациях животных (до 2000 коров) использовать стационарные кормовые линии, несмотря на то, что это требует больших капиталовложений.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ДОЕНИЯ

Прогрессивную технологию содержания коров принято ассоциировать с доением в доильных установках, поскольку именно здесь существуют большие резервы экономии человеческого труда. Благодаря техническому развитию доильных установок за последние годы произошел поистине революционный скачок в повышении производительности труда. Уже существуют такие установки, на которых один человек может выдоить в течение часа 100—120 коров.

Однако мерилom эффективности производства является не только производительность труда. Чтобы успешно внедрить новые методы, необходимо согласовать технические аспекты с биологическими потребностями животных. В этом отношении результаты далеко не столь однозначны. В высокомеханизированных предприятиях весьма часто наступает снижение продуктивности, и в этом обвиняют большей частью именно доильные установки.

Некоторые авторы очень невысоко оценивают с этой точки зрения доильную установку «елочка». Так, Майнер [171] после перевода коров на беспривязное содержание отметил достоверное повышение продуктивности, но лишь до тех пор, пока коров доили в стойлах во

фляги. Как только при беспривязном содержании была установлена «елочка», продуктивность снизилась настолько, что стала ниже, чем была до этого в условиях привязного содержания. В своем объяснении он присоединяется к мнению, распространенному среди практиков, что благодаря выработанным условным рефлексам коровы в преддоильном помещении сами подготавливаются к доению: благодаря выделению окситоцина сокращение миоэпителиальных клеток в вымени происходит раньше времени, что вызывает рефлекс молокоотдачи.

Ферингер [261] объясняет отрицательное влияние доильной установки «елочка», базируясь на изучении социальной структуры стада. Животные, стоящие на более высокой ступеньке иерархической лестницы, всегда требуют соблюдения определенной дистанции со стороны животных более низкого социального ранга. Последних они подпускают к себе только на определенное расстояние. В доильной установке «елочка» коровы стоят тесно рядом друг с другом, что вызывает у одной из соседок неприятные ощущения, а у другой страх. В обоих случаях нормальная деятельность нейрогормональной системы нарушается. Адреналин, который при таких ситуациях выделяется в повышенном количестве, угнетает действие окситоцина при молокоотдаче. С этой точки зрения автор считает tandemную установку более целесообразной.

Отрицательную реакцию на близость других животных в «елочке» можно объяснить и тем, что самки животных не только в природе, но и в одомашненном состоянии пользуются при кормлении детенышей любой возможностью отделиться от стада и уйти в укромное место. Условия в доильной установке «елочка» могут быть восприняты чувствительными особями как весьма неадекватные этим требованиям и вызвать у них явный психический стресс.

Обследование многих типов доильных установок показало, что снижение удоя в установке «елочка» на 20% больше, чем в tandemных или боксовых установках. Если в боксовых установках среднесуточный удой составлял 6,92 кг, а в tandemных — 7,00 кг, то в установке типа «елочка» — лишь 5,54 кг молока [277].

Ермишкин и Завертяев [73] установили, что реакция коров на доение в доильной установке «елочка» индиви-

дуальна. Так, у 59,5% коров удои повысились, у 21,5% — понизились, а у 19% — остался без изменений. Хорошие результаты в доильной установке «елочка» получены Шмидтом [219]. В Чехословакии Юрчо и Фртус [110] сравнивали удои при доении в стойле с удоями, полученными в доильных установках «тандем» и «елочка». В среднем разницы в удоях не отмечалось; при переходе от доения в стойле к доению в доильной установке тоже не было отмечено снижения продуктивности. Но и в этом случае авторы различают коров двух типов: одних доение в доильных установках удовлетворяет, и при соблюдении правильной процедуры доения они даже слегка повышают удои; у других же происходит существенное снижение удоев. Необходимо, однако, отметить, что животных содержали на привязи, и на доение они шли прямо из стойл, причем доильная установка находилась в самом коровнике. Таким образом, время ожидания было минимальным, влияние климатических факторов в момент перехода в доильный зал исключалось, равно как и конфликты между животными во время ожидания.

ВЫДЕЛЕНИЕ МОЛОКА

Важнейшим фактором, осложняющим применение доильных установок, являются биологические процессы, которые протекают в организме в связи с доением.

Молоко в эпителиальных клетках альвеол молочной железы образуется непрерывно и накапливается в альвеолах, молочных протоках и молочной цистерне. Наибольшая часть молока находится в молочных протоках, которые у высокопродуктивных коров благодаря высокой эластичности тканей вымени могут вместить до 10 л в каждой четверти. Молочная цистерна, напротив, вмещает только 0,5 л [129]. Накопившееся молоко создает давление, величина которого зависит от наполненности вымени. В нормальных условиях это давление составляет 20—30 мм ртутного столба.

Из цистерны и главных молочных протоков молоко выделяется пассивно, т. е. через вставленный, например, катетер оно вытекает без доения. Остальное молоко, содержащееся в молочной железе (и притом большая часть), удерживается капиллярными силами в альвеолах и мелких молочных протоках и не может быть выведено из них без рефлекса молокоотдачи.

Для объяснения
предложена ныне
сена [72]. Она о
ным рефлексом,
зом. Механическ
родных услови
подготовкой вы
через мозг к з
секрецию нейро
крови достигает
кращение мыш
щих канальцев
выжимается. О
зе ограничено
у коров на тре
ходит в кровь
ность действия
дения о време
одним данным
предполагается
течение 15 мин

Однако нов
сотрудниками)
и далеко идущ
ния вымени. И
вие окситоцин
видов животн
ней его выде
очень важно
ного рогатог
чия, причем
чем для совр
конец, у ове
полностью и
ханических
ханические
обязательны
Но почему и
вполне ясно
объяснение
лочную цис
при энергич
ностью. Воз
ное сокращ

Для объяснения процесса выведения молока была предложена ныне общепризнанная теория Или и Петерсена [72]. Она объясняет этот процесс нейрогормональным рефлексом, который протекает следующим образом. Механическое раздражение соска, которое в природных условиях вызывается сосанием, а при доении — подготовкой вымени, передается по нервным путям через мозг к задней доле гипофиза, где стимулирует секрецию нейрогормона окситоцина. Последний с током крови достигает молочной железы, вызывает там сокращение мышечных клеток вокруг альвеол и выводящих канальцев, в результате чего молоко из альвеол выжимается. Однако содержание окситоцина в гипофизе ограничено (наибольшее его содержание отмечено у коров на третьем месяце стельности), и он весь переходит в кровь единовременно. Поэтому продолжительность действия окситоцина сравнительно коротка. Сведения о времени его действия очень разноречивы: по одним данным — 6, по другим — 18 минут, но обычно предполагается, что его действие можно обнаружить в течение 15 минут и более [271].

Однако новые данные (в первую очередь Фолли с сотрудниками) указывают на более сложные механизмы и далеко идущие последствия механического раздражения вымени. Ими установлено, например, что присутствие окситоцина не в одинаковой мере важно для всех видов животных для припускания молока. Если у свиней его выделение в результате сосательного импульса очень важно для быстрого выведения молока, то у крупного рогатого скота уже наблюдаются заметные различия, причем для менее культурных пород это важнее, чем для современного высокопродуктивного скота. Наконец, у овец и коз разрушение всех нервных связей, полностью исключающее возможность проведения механических раздражений от вымени, показало, что механические раздражения и выделение окситоцина не обязательны для нормального выделения молока [76]. Но почему именно у этих видов дело обстоит так, не вполне ясно. Тиндаль и Кнаггс [256] видят возможное объяснение в том, что вымя козы имеет объемистую молочную цистерну и широкие молочные протоки, так что при энергичном доении его можно опорожнить полностью. Возможно, отдаче молока способствует и местное сокращение миоэпителиальных клеток в ответ на

механическое раздражение вымени, что установлено, в частности, для молочной железы кролика [61].

Хотя эти данные несколько противоречат мнению о незаменимости окситоцина, стимулирующего влияния последнего на молокоотдачу отрицать нельзя. Это доказано бесчисленными опытами. Например, Петерсен [196] показал, что введение окситоцина в кровь, пропущенную через изолированное вымя, вызывает выведение молока.

Однако секреция вызывается не только механическими раздражениями. Оказалось, например, что некоторые звуки, сопровождающие доение (шум, связанный с подготовкой к доению), повышают давление в вымени, хотя в то же время незнакомые звуки или продолжительный шум приводит к задержанию молока, т. е. к уменьшению секреции окситоцина. Точно так же могут влиять на секрецию окситоцина зрительные впечатления. Так, во время доения к корове подводили теленка, чтобы она лучше отдавала молоко. Клеверли и Фолли [54] установили, что давление в вымени повышается, как только в коровник входит дояр.

Не следует исключать возможности, что животные могут реагировать по-разному и что у каждого из них рефлекс молокоотдачи может вызываться другими стимулами.

Количество выделенного окситоцина у каждого животного тоже может быть индивидуальным, а продолжительность его действия различной.

Все это в значительной мере затрудняет автоматизацию процесса доения, которую, возможно, придется решать путем целенаправленного отбора.

Цако и Энеди [64] наблюдали за коровами в преддоильном помещении перед началом доения. Из беспривязного коровника туда пригнали сразу целую группу животных, но в доильный зал они поступали более мелкими группами. У некоторых животных эффект припуска молока начал проявляться уже в преддоильном помещении, и последнюю группу начали доить, вероятно, уже после прекращения действия окситоцина. По наблюдениям авторов, неблагоприятным фактором является то, что порядок вхождения коров в доильную установку при каждом доении меняется. Наши же наблюдения показали, что очередность перехода коров из преддоильного помещения в доильный зал очень быстро ус-

танавливается постоянной, так как животные входят туда обычно в составе одной и той же группы.

Мнения относительно роли второстепенных факторов, которые могут действовать во время подготовки вымени (помимо осязательных рефлексов как таковых), расходятся. Если Майнер [171], например, придает этим факторам большое значение и считает преждевременное высвобождение окситоцина главной причиной снижения удоев у коров при доении в доильных установках, то Эллендорф [71] этого мнения не разделяет. Создается впечатление, что во многих случаях влияние слуховых и зрительных восприятий преувеличивается. Ведь даже когда животных доили вручную, перед доением на них тоже воздействовали характерные слуховые и зрительные стимулы, но никогда не было речи о том, что эти стимулы могли вызывать преждевременную секрецию окситоцина. Скорее, наоборот, всегда подчеркивалось значение тщательного массажа вымени для молокоотдачи. Можно предположить, что животные привыкают ко всякой технологии и что в доильных установках наибольшее значение тоже будет иметь механическое раздражение вымени или такие ощущения, которые связаны с самым началом доения.

ДОЕНИЕ

Более значительную опасность Мильке (1963) усматривает в неправильной организации доения в доильных установках. Подготовка вымени должна быть комплексным процессом, который в течение 50—60 секунд обеспечивает непрерывное механическое раздражение вымени и особенно сосков. При этом сдаивание первых струй молока, обмывание вымени и сосков и массаж вымени должны следовать друг за другом без перерывов. Сразу же по окончании массажа, не позже чем через 10 секунд, на соски должны быть надеты доильные стаканы. Если в доильной установке эти процедуры выполняются последовательно на большой группе коров, процесс подготовки вымени будет прерывистым, что может привести к фракционированному выделению окситоцина и, следовательно, к неполному выведению альвеолярного молока. При фракционированном выделении окситоцина речь идет о том, что в зависимости от силы раздражения и продолжительности его действия высвобождается

ется лишь некоторая часть того количества гормона, которое при непрерывной подготовке попадает в кровоток сразу и вызывает сильное и полноценное выведение молока. Молоко, которое в результате недостаточного действия окситоцина не переходит из альвеол в цистерны, не выдаивается и, кроме того, как это чаще всего и бывает, угнетает секрецию молока и молочного жира. Для поддержания же лактации очень важно непрерывное выдаивание молока. Когда оно прекращается, накопленный продукт начинает угнетающе действовать на ферменты, способствующие синтезу молока. С прекращением их выработки прекращается и дальнейший синтез молока. Мильке (1963) установил, что если в цистерне вымени каждый раз оставалось 25% молока по сравнению с предшествующим контролем, то за 20 дней продуктивность снижалась на 15—17%. Одновременно происходила быстрая перестройка ткани молочной железы. В вымени неактивная ткань очень быстро сменяется активной, но такой же быстрой может быть и обратная перестройка.

Мильке (1953) наблюдал также, что у некоторых коров молоко начинает выделяться еще до прикосновения к вымени. Однако он объясняет это не преждевременным высвобождением окситоцина, а тем, что уже одни лишь условные рефлексy могут вызвать переход части молока из альвеол в цистерны. Но таким способом из альвеол в цистерны может перейти максимум 70 или 80% того альвеолярного молока, которое может быть выдоено. Поэтому коровам с такой реакцией нужно делать обычный массаж вымени, чтобы под влиянием окситоцина высвободилось все молоко.

ДОДАИВАНИЕ

Еще одну проблему при технологии промышленного типа представляет собой додаивание. На практике сейчас в большинстве случаев уже переходят от ручного додаивания к машинному, которое, однако, большей частью производится очень интенсивно и тщательно и поэтому лишь облегчает работу, но не дает экономии времени. Этим объясняется стремление отказаться от машинного додаивания.

Экономическое значение такого отказа зависит от индивидуальных свойств животных. Вопрос в том, какое

влияние окажет неполное опорожнение вымени на физиологию лактации.

Прежде всего отметим, что некоторое количество молока, оставленное в цистерне вымени, не оказывает на дальнейший его синтез такого отрицательного влияния, как то, что осталось в альвеолах, не будучи выделено в протоки. Из некоторых наблюдений известно, что если в цистерне остается избыток альвеолярного молока с высоким содержанием жира, то это может рефлексорным путем затормозить дальнейший синтез молока, поскольку это молоко физиологически не соответствует данной части вымени [194, 195]. Однако Мильке [177] на основании своих собственных экспериментов пришел к выводу, что остаток альвеолярного молока, не извлеченный из цистерны, не вызывает существенного снижения удоя. Теперь уже в большинстве стран с высоким производством молока отказались не только от ручного, но и от машинного додаивания. Нельзя сказать, чтобы это приводило к повышению заболеваемости маститом, однако следует отметить, что для машинного доения подходят только легкодойкие коровы, у которых после нормального доения количество остаточного молока минимально.

ПРОБЛЕМЫ ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОРОВ

В настоящее время специалистов интересует связь между условиями, предшествующими процессу доения, самой техникой доения и высшей нервной деятельностью животных, которая управляет их поведением и обеспечивает их приспособляемость. Многие авторы применили для изучения реакций коров метод, который находит все большее применение при изучении влияния нагрузок на организм, — измерение частоты пульса перед началом и во время доения.

Шольц и др. [222] обнаружили перед началом доения учащение пульса и постепенное его снижение от начала к концу доения. Ганапати [81], напротив, зафиксировал максимальную частоту пульса в процессе самого доения. Сих и Байер [248] указывают на большие различия в реакциях коров. У одних животных прикосновение дояра к соскам и вымени вызывает снижение частоты пульса, в чем авторы усматривают успокаивающее

влияние знакомого человека на животное, обеспокоенное прикреплением измерительной аппаратуры, у других наблюдалось учащение пульса во время надевания доильных стаканов. У многих животных были отмечены отклонения в скорости работы сердца после снятия доильных стаканов. Авторы объясняют это тем, что кровообращение в сосках, которые во время доения были сильно переполнены кровью, нормализуется, но у коровы это может вызывать неприятные ощущения. Ни к каким достоверным выводам авторы не пришли. Однако можно предполагать, что в нормальных условиях, к которым животные привыкли и при которых легко поддерживаются оптимальные параметры гомеостаза, особенности высшей нервной деятельности отдельных животных не проявляются с такой очевидностью. Не исключено, что коровы реагировали бы более определенно при более значительных изменениях условий, когда для поддержания равновесия в организме приходится мобилизовывать дополнительные регуляционные и адаптивные механизмы.

В будущем для изучения высшей нервной деятельности животных станет возможно применять и электроэнцефалографию.

ШУМ

Важными компонентами среды, искусственно созданной человеком, являются факторы, влияющие на психику животных. Наиболее значительным из них является шум. По определению, шумом считается звук, который вызывает неприятное или тревожное ощущение, или звук, который оказывает вредное воздействие.

Из медицинских наблюдений известно, что на человеческий организм шум влияет очень неблагоприятно; через нервные пути он комплексно воздействует на весь организм. У животных порог раздражимости при шуме иной, чем у человека, поэтому здесь нельзя исходить из медицинских данных. Однако относительно многих видов известно, что у них превосходный слух и они очень чутко реагируют на звуки. Поэтому встает вопрос, как реагируют на этот фактор сельскохозяйственные животные, в особенности дойные коровы, у которых нужно ожидать наибольшей перегрузки организма вследствие их постоянного производственного использования.

В высокочастотных ситуациях, эффектами, иногда и продолжительности и неожиданными с более широким влиянием шума, посредственно, и косвенно, в влиянии которого снижение резистентности

Влияние шума началось в первую очередь в отношении этих сведений о шум (до 130 дБ) повышается, страдают (Большинство, то ни яйца, будто не время, на кур уже не минается снижение шума не отмечая доля яиц сведениям, из чувствительных

Крупный слух. Скорость на актуальную установку коровы и через эти сигналы 70% коров.

Крупный тонус с ма

Лучше всего колебаний

Источники

Причины, ках, можно а) связ

В высокомеханизированных хозяйствах довольно часты ситуации, которые сопровождаются звуковыми эффектами, иногда довольно значительной интенсивности и продолжительности. Именно в силу своей необычности и неожиданности они могут подействовать на животных с более слабой нервной системой как стрессоры. Влияние шума может отразиться на животных как непосредственно, в виде снижения продуктивности, так и косвенно, в виде общего ухудшения состояния, последствиями которого могут быть различные расстройства, снижение резистентности, плодовитости и т. п.

Влияние шума на организм экспериментально изучалось в первую очередь на лабораторных животных. По отношению же к сельскохозяйственным животным этих сведений и наблюдений сравнительно мало. Свиньям во время откорма, видимо, не вредит даже сильный шум (до 130 дБ). Частота пульса у них кратковременно повышается, но ни аппетит, ни привесы при этом не страдали (Бондт, цит. по [95]). Что же касается птицы, то ни яйцам в инкубаторе, ни цыплятам шум как будто не вреден. Мнения по поводу воздействия шума на кур уже не единодушны. В некоторых работах упоминается снижение яйценоскости, в других влияния шума не отмечалось, однако повысилась во многих случаях доля яиц с кровяными пятнами. По имеющимся сведениям, из сельскохозяйственных животных наиболее чувствительны к шуму лошади и крупный рогатый скот.

Крупный рогатый скот имеет очень хорошо развитый слух. Олбрайт и др. [3] тренировали реакцию у коров на акустические раздражители. У входа в доильную установку громко произносили номер каждой коровы и через 10—15 дней животные начали реагировать на эти сигналы. Спустя 15 дней успешно реагировало 70% коров.

Крупный рогатый скот может дифференцировать и тоны с мало различающейся интенсивностью [185]. Лучше всего они различают градации тонов близ 1024 колебаний в секунду при громкости 85—90 дБ [149].

ИСТОЧНИКИ ШУМА

Причины шума, с которыми мы встречаемся в коровниках, можно подразделить на три категории:

- а) связанные с источником шума вне помещения;

б) связанные с источниками шума внутри помещения;

в) связанные с источником шума, производимым физиологическими проявлениями жизнедеятельности животных.

Главными источниками шума в коровнике является трактор, используемый для раздачи корма, и насос, работающий в машинном отделении доильного зала. Если трактор проходит через коровник при низких оборотах, то шум в непосредственной близости от него достигает уровня 80—82 дБ, при движении же на высоких оборотах — от 100 до 102 дБ, а при применении клаксона — до 106 дБ. Роторный насос, установленный в машинном отделении, вызывает шум в коровнике или доильном зале силой 65—75 дБ (в зависимости от расстояния). Существенным источником шума могут быть и различные ручные орудия, которыми персонал пользуется в своей работе. Диапазон уровней таких звуков сравнительно широк — от 65 до 95 дБ. Особенно сильный шум вызывают металлические предметы при соприкосновении с металлом или бетонным полом (перенос доильных аппаратов, очистка желоба лопатой и т. п.). В этих случаях уровень шума в непосредственной близости достигает 80—90 дБ.

Кроме звуков, источником которых является технологическое оснащение коровников, в животноводческих помещениях возникают звуки, издаваемые самими животными. Это означает, что в помещениях определенный шум бывает и тогда, когда с эксплуатационной точки зрения это помещение можно назвать спокойным. Шум животных достигает акустического давления 50—55 дБ, а во время приема корма — 55—60 дБ. Это означает, что механизмы и устройства, которые вызывают шум с низким уровнем акустического давления, не делают животноводческие помещения более шумными [142].

Уровень шума, который вызывается машинами, находящимися вне животноводческих помещений, колеблется в диапазоне 60—80 дБ. Эти колебания зависят, во-первых, от характера источника шума, и, во-вторых, от того, открыты ли со стороны источника шума окна и двери. Например, трактор, проходя мимо коровника с открытыми окнами, вызывает шум с акустическим давлением 71—78 дБ, при закрытых окнах — ниже 3—10 дБ.

Отрицательное действие шума связано с его интен-

сивностью и продолжительностью его действия. Если шум действует очень долго или непрерывно, то последствия его воздействия на организм более тяжелы, чем в том случае, когда шум с таким же уровнем акустического давления действует лишь кратковременно. И с другой стороны, очень сильные, хотя и кратковременные звуки влияют более благоприятно, чем те, которые воздействуют более длительное время, но создают более низкий уровень акустического давления. Например, очень часто спорят о влиянии шума реактивных самолетов на продуктивность коров в окрестностях аэродромов. Шольц и Пехерт [224] отметили в этих объектах снижение удоев на 30%; значительное ухудшение продуктивности отмечал также Комберг [56].

ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ДОЙНЫХ КОРОВ

В своих опытах мы изучали влияние шума на дойных коров в точно определенных условиях. С магнитофонной пленки воспроизводился шум трактора с точно измеренным уровнем акустического давления всегда в одно и то же время: с 5.00 до 7.30 и с 17.00 до 19.30, т. е. в период доения. В опыте участвовали три группы коров. Для первой группы постепенно по мере привыкания животных уровень шума увеличивали с 80 до 90 и до 105 дБ, для второй—с 90 до 105 дБ, а для третьей группы сразу без привыкания воспроизводился шум 105 дБ. Следует отметить, что 105 дБ — это уже максимальный уровень шума в коровнике, который, как правило, имеет короткое время действия. Принятая в наших опытах продолжительность воздействия шума (2 раза в день по 2,5 часа) ставила животных в условия нетипичные для современного производства. Это было сделано умышленно, чтобы тенденции воздействия звука стали очевиднее.

Потребление корма. На протяжении всего эксперимента все животные содержались на одном рационе. Шум в 80 дБ не влиял на потребление корма отрицательно. Создается впечатление, что он даже умеренно стимулировал его. То же можно сказать и о шуме в 90 дБ, если реакция на него проверялась после предварительного привыкания животных. Даже шум в 105 дБ не оказывал продолжительного отрицательного влияния на потребление корма после постепенного

приучения к нему. Лишь в первый день после усиления шума с 90 до 105 дБ поедание корма снижалось, но уже на следующий день вновь возвращалось к исходному уровню. Если же шум большой интенсивности (90 или 105 дБ) воспроизводился сразу без подготовки, снижение потребления корма оказывалось более длительным. В нашем случае оно выравнивалось через 4—5 дней.

Удой. К уровню шума 80 дБ коровы приспособились уже в первый день. Более значительное снижение удоев было отмечено при воспроизведении шума в 90 дБ, независимо от того, подвергались ли животные его действию сразу или после предварительного привыкания. Такое положение длилось в течение 10 дней.

На шум 105 дБ животные реагировали по-разному. Если ему предшествовали два периода привыкания с интенсивностью шума 80 и 90 дБ, удои выравнивались уже на третий день. Если же период привыкания с более низким уровнем шума (90 дБ) был только, один, величина удоя возвращалась к исходной на 11—15-й день. Воздействие шума в 105 дБ сразу (без привыкания) вызывало еще более длительное снижение удоя, который на протяжении опыта так и не достиг исходного уровня.

Скорость истечения молока. Среди практиков довольно широко распространено мнение, что звуки, приятные для человека (например, музыка) благотворно влияют и на молокоотдачу. Экспериментальные доказательства этого нам неизвестны. Поэтому нас интересовало, какое влияние на животных окажет шум, который нельзя назвать приятным для человека. Результаты нас удивили. При шуме 80 и 90 дБ интенсивность выделения молока возросла. В те дни, когда воспроизводился шум, трехминутный удой был выше, в большинстве случаев увеличивались максимальная и средняя скорость доения, повысилась доля молока, выдоенного машиной, уменьшился ручной додой. Когда воспроизведение шума прекратилось, большинство показателей ухудшилось. Эти различия были столь явны, что их отметила и скотница.

Однако постепенный переход на шум 105 дБ уже не оказывал однозначного положительного влияния на молокоотдачу, а если он воспроизводился без предварительного привыкания, то его влияние было опреде-

ленно неблагоприятно и за период привыкания, бы прекратилось

Поведение измененное, нормальное и поведения и явлений. В з

привыканием корма и пережма на поедани

ме — 264 мин жвачки увели

должительное Влияние шум ултман [95], го давления

рая находила на лежание,

Очень инт в самом нача за ними 6 ра

шума интенс секунд прих 5 минут во

лись к корму во время тре изведенному

того наблюд тех жизненн

На постел ровы не реа но иной был

тенсивностьк выкания. По всей группы

продолжавш реакции бы вотных до

чае. К конц притрагивал приступили лись беспок

и Заказ 1852

ленно неблагоприятным: снизился удой за первую минуту и за первые 3 минуты, а доля молока, выдоенного машиной, была меньше. Когда воспроизведение шума прекратилось, показатели улучшились.

Поведение. Всякое сколько-нибудь значительное изменение условий, особенно то, которое нарушает нормальный жизненный ритм, приводит к изменению поведения и нарушению регулярности жизненных проявлений. В зашумленной среде (105 дБ с постепенным привыканием) возрастает продолжительность поедания корма и пережевывания жвачки. Без воспроизведения шума на поедание корма затрачивалось 239 минут, при шуме — 264 минуты. Продолжительность пережевывания жвачки увеличилась со 191 до 239 минут. Напротив, продолжительность лежания сократилась с 407 до 364 минут. Влияние шума на этологию дойных коров изучал Гауптман [95], но при более низком уровне акустического давления (65—70 дБ). Животные из группы, которая находилась ближе к источнику шума, затрачивали на лежание, как и на жвачку, меньше времени.

Очень интересной была психическая реакция коров в самом начале воспроизведения шума. Мы наблюдали за ними 6 раз, каждый раз по 5 минут. При включении шума интенсивностью 90 дБ вся группа на несколько секунд приходила в беспокойство. В течение первых 5 минут во время первого наблюдения не притрагивались к корму 15% животных, во время второго — 12%, во время третьего — 8%. Полное безразличие к воспроизведенному шуму мы отметили только во время шестого наблюдения, т. е. на третий день. Изменений других жизненных проявлений не отмечалось.

На постепенное усиление шума с 90 до 105 дБ коровы не реагировали изменением поведения. Совершенно иной была реакция в группе, для которой шум интенсивностью 105 дБ воспроизводился сразу без привыкания. После включения магнитофона у животных всей группы можно было наблюдать сильный испуг, продолжавшийся около 20—30 секунд. Дальнейшие реакции были довольно индивидуальными. Часть животных довольно быстро приспособилась и в этом случае. К концу первой минуты после включения шума не притрагивались к корму 31% коров, 15% из них не приступили к еде и через 5 минут, а 2 коровы оставались беспокойными и спустя 25 минут.

На высокую интенсивность шума дойные коровы реагировали также мычанием, а во время первого наблюдения — и более частой дефекацией. Во время дальнейших наблюдений животные реагировали на шум уже менее явно. И в этом случае они перестали реагировать на шум изменением поведения на третий день. Любопытно, что в продолжение всех наблюдений очень заметно реагировали на шум всегда одни и те же коровы, у которых также наиболее резко снижался удои.

Частота пульса. Реакция на шум в виде изменения частоты пульса оказалась у коров крайне индивидуальной: у $\frac{2}{3}$ наблюдаемых животных частота пульса резко изменялась, особенно при уровне акустического давления 105 дБ. Но и у них пульс возвращался к норме не позднее чем через 20 минут.

СОЦИАЛЬНЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ЖИВОТНЫХ В ГРУППЕ

Коровы — типичные стадные животные. Уже дикие предки крупного рогатого скота жили сообществами с определенной организационной структурой. У современных одомашненных форм естественная структура стада нарушена в силу того, что разные возрастные и половые категории животных содержатся раздельно. Но и в этих условиях происходит социальная дифференциация группы: некоторые, обычно более сильные особи, становятся лидерами.

Проблема социального поведения не имеет большого практического значения в малых группах или даже в крупных хозяйствах, если животных содержат на привязи. Но ее значение возрастает в условиях пастбищного содержания, когда животные имеют возможность свободно взаимодействовать друг с другом. Для поддержания порядка и гармонии в группе имеют большое значение определенные специфические нормы общения, которым подчиняются животные, ведущие стадный образ жизни: их взаимоотношения определяются механизмами «социальной иерархии». Иерархическое расчленение стада весьма необходимо, в противном случае между животными постоянно возникали бы бесполезные стычки и соперничество. На сравнительно малом пространстве поводов для таких конфликтов всегда до-

статочно, поскольку в помещении животные встречаются друг с другом несчетное число раз. При этом, например, одно животное должно уступить дорогу или встать, если именно это место выбрало себе для отдыха другое животное.

При общении животных возникает и много других конфликтных ситуаций. Определенное положение каждой особи на лестнице социальной иерархии регулирует исход таких встреч и тем самым обеспечивает поддержание порядка в группе. Каждое животное должно вести себя в соответствии со своим социальным рангом. Это значит, что одни особи должны всегда добровольно уступать другим, в противном случае дело доходило бы до драк, которые, постоянно повторяясь, сделали бы совместную жизнь в стаде невозможной.

У диких животных, а также у крупного рогатого скота на пастбище поводов для конфликтов сравнительно мало, так как они располагают достаточным местом, чтобы поддерживать между собой необходимые дистанции.

При содержании же в помещении дело обстоит иначе. Уже на первой стадии образования групп у диких и одомашненных животных существуют принципиальные различия. Если дикие животные образуют сообщества на добровольных началах, то в коровнике группы комплектуются по воле человека и в соответствии с его собственными критериями. Это насильственное объединение уже само по себе является поводом для беспокойства. Кроме того, человек своими неправильными действиями то и дело создает в стаде стимулы к столкновениям на почве социального ранжирования. Это ведет не только к ухудшению отношений между человеком и животными, но и способствует распространению беспокойства среди всех членов стада, вызывая цепь неблагоприятных ситуаций. Такие цепные реакции возникают, например, в том случае, если в группу то и дело вводят новых коров и удаляют других, уже освоившихся в группе. Драчливость увеличивается и в том случае, когда слишком много животных сосредоточено на малом пространстве или когда они имеют недостаточный доступ к корму или к поилкам.

Нужно создавать группы по возможности меньшей величины и как можно реже менять их состав. Дело в том, что образование социальной структуры — это про-

цесс, включающий обучение и зависящий от памяти животных. В группах с обозримым числом особей отдельные животные знают друг друга, поэтому иерархия, однажды установившаяся в ходе драк, надолго сохраняется. Победитель решающего столкновения с этого момента приобретает наивысший социальный ранг. При дальнейших конфликтах драк уже обычно не бывает — достаточно угрожающего жеста со стороны высокорангового животного, чтобы особь более низкого ранга уступила. Если она игнорирует этот угрожающий жест, высокоранговый противник бьет ее рогами (или в случае комолости головой).

Лишь в крайне редких случаях животное низшего ранга задевает или пытается оттеснить от корма особь более высокого ранга. Столь же редко низкоранговые животные оказывают сопротивление высокоранговым. Если же при этом низкоранговая особь победит, то роли могут измениться, и победитель отныне занимает более высокую ступень в социальной иерархии. Такие ситуации чаще всего возникают при выгоне скота на пастбище после длительного стойлового содержания, так как за это время молодые животные становятся сильнее и более уверенными в себе.

Нельзя, однако, сказать, чтобы стадо состояло только из таких животных, которые всю свою активность направляли бы на улучшение своего положения в социальной структуре стада и стремились подчинить себе как можно больше членов группы. Кроме животных, которые борются за ранг, в стаде есть и «контактные» животные, стремящиеся к взаимному общению в форме социальных контактов, таких, как взаимное облизывание и трение. Эти животные вполне уживчивы и в периоды отдыха на выгульных площадках. В стаде есть еще одна категория животных, которых можно назвать «индифферентными». Они не нападают на остальных, не ищут конфликтов, но агрессивных особей не боятся, а те чувствуют к ним определенное уважение и не нападают на них. Именно поэтому нельзя представлять себе дело так, что борьба за социальный ранг происходит постоянно. В подобных условиях групповой способ содержания животных был бы невозможен. Большинство животных флегматично, и если в стаде есть такие особи, которые систематически стремятся добиться своего, их лучше всего выбраковать.

В малых
нейная соци
группах отн
например, го
особь А до
В, но В на
всегда возн
хической ле
Иногда в с
ступенчатое
ных отнош
шее число

В цело
социально
лее вырав
бей имеет
стычке. Ес
слабые и
ные живо
тенденци
более ред

Социа
ным. Так
потерять
лодые те
вать дом
победы
Обычно
социаль
янными

ФАКТОРЬ
РАНЖИРС

Животн
альной
ходимы
сылки.

Мож
ранг за
ных, к
гов. Од
Шольц
полож

В малых стадах, как правило, устанавливается линейная социальная иерархия. В более же крупных группах отношения усложняются. Так, Шлёт [218], например, говорит о «треугольных отношениях», когда особь А доминирует над особью Б, а последняя — над В, но В над А. Такие нелинейные взаимоотношения не всегда возникают между животными, которые в иерархической лестнице стоят ближе всего друг к другу. Иногда в социальной структуре стада бывает и многоступенчатое подразделение, и речь идет уже не о треугольных отношениях, а об отношениях, включающих большее число животных [13; 169, 262].

В целом можно сказать, что такие модификации в социальной иерархии наблюдаются тем чаще, чем более выравнено стадо, т. е. когда наибольшее число особей имеет одинаковые шансы победить в случайной стычке. Если стадо не выравнено, т. е. в нем есть как слабые и робкие особи, так и сильные и темпераментные животные, то социальная иерархия обнаруживает тенденции к линейности и асимметричные отношения более редки.

Социальная иерархия не является чем-то постоянным. Так, заболевшее животное может очень быстро потерять хорошее место в иерархии. В то же время молодые телки по мере созревания стараются спровоцировать доминирующих особей на конфликт, и в случае победы улучшают свое положение в группе [273]. Обычно наиболее высокие и наиболее низкие места социальной лестницы оказываются и наиболее постоянными [263].

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОЦИАЛЬНОЕ РАНЖИРОВАНИЕ ГРУППЫ

Животное может завоевывать хорошее положение в социальной иерархии лишь в том случае, если имеет необходимые для этого физические и психические предпосылки.

Можно было бы предположить, что социальный ранг зависит от таких физических особенностей животных, как масса, возраст, высота в холке, наличие рогов. Однако данные в этом плане очень противоречивы. Шольц и др. [222] не установили никакой связи между положением животных в группе и их массой, размера-

ми или продуктивностью. По их наблюдениям, важную роль играет возраст. Обладание рогами тоже едва ли является решающим фактором. Рогатые животные имеют, правда, наивысший ранг, однако и среди низкоранговых особей обычны животные с рогами. Бейлхарц и Милри [13] отметили более существенную связь между социальным рангом и обхватом груди. Высота в холке почти не коррелировала с социальным рангом. Мак-Фи и др. [170], напротив, считают высоту в холке важным фактором для завоевания высокого социального ранга среди животных одинакового возраста. По мнению Алле (цит. по [218]), решающими являются мышечная сила, социальная активность и другие индивидуальные качества. Шайн и Форман [215] установили, что коэффициент корреляции между социальным рангом и возрастом составляет $+0,93$, а между социальным рангом и массой $+0,87$. Шлёт [218], напротив, не отметил никакой связи между рангом и возрастом у дойных коров.

Самбраус [211] считает решающим фактором для завоевания определенного места в социальной иерархии наличие рогов. В стаде, состоявшем из 49 коров немецкой пестрой породы, у большинства животных рога были удалены, у семи были оба рога, а у шести — только по одному. Все коровы с обоими рогами занимали ведущие места в социальной иерархии и постоянно доминировали над теми, у которых было только по одному рогу. Но и одного рога было достаточно, чтобы одерживать верх над безрогими животными. Животное, обладающее острыми рогами, может быть само по себе и не так агрессивно, но остальные члены группы, убедившиеся при стычках с ним в остроте его рогов, будут сами уступать ему. Когда животное убедится в своем влиянии, его уверенность в себе возрастает. Таким образом, животное с рогами может завоевать себе выгодный социальный ранг. Для того чтобы все остальные считались с ним, ему не обязательно быть агрессивным.

Наряду с возрастом и морфологическими качествами, в определении социального ранга могут играть роль и психические свойства, такие, как темперамент, агрессивность, упорство в бою и опыт, а также ловкость, уверенность в движениях, быстрота реакции и способность оценить собственные физические качества и качества противника [172, 202, 218, 262, 273]. Играет

роль и длительность
После поступления
занимают то пол
жать им, если ру
риями. Молочная
альное ранжиро
вы и имеют бол
обусловлено тем
шую массу.

ЗНАЧЕНИЕ СОЦИА
ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Выгодное поло
животным изве
ют возможность
лежания, могу
ясь, что други
на место, а сл
ность пережев
При свободном
мушки наиболь
режима време
без помех ско

Порциг [212]
го высокого
времени леж
Крупный ро
ночью. Особ
меньше¹, че
эти различия
ода лежани
няют с мес
что те могу
же высоко
На пас
чтобы жив
станцию мо
вотным ча
или они в
стада [212]
стоит еще

¹ В ори

роль и длительность пребывания животного в стаде. После поступления в новое стадо животные не сразу занимают то положение, которое должно принадлежать им, если руководствоваться приведенными критериями. Молочная продуктивность не влияет на социальное ранжирование. Если высокопродуктивные коровы и имеют более высокий социальный ранг, то это обусловлено тем, что они обычно старше и имеют большую массу.

ЗНАЧЕНИЕ СОЦИАЛЬНОГО РАНГА ДЛЯ ЖИВОТНЫХ

Выгодное положение в социальной иерархии приносит животным известные преимущества. Такие особи имеют возможность обеспечить себе наилучшие места для лежания, могут подолгу спокойно отдыхать, не опасаясь, что другие животные будут их перегонять с места на место, а следовательно, они имеют также возможность пережевывать жвачку большей частью лежа. При свободном доступе к корму они проводят у кормушки наиболее удобное с точки зрения их суточного режима время, могут перебирать корм и поедать его без помех сколь угодно долго.

Порциг [205] установил, что между коровами самого высокого и самого низкого рангов разница в общем времени лежания достигает 2 часов 35 минут в сутки. Крупный рогатый скот отдыхает главным образом ночью. Особи низшего ранга в течение суток лежали меньше¹, чем особи высшего ранга. Очень значительны эти различия у камаркского скота [212]. В начале периода лежания коровы высокого ранга то и дело перегоняют с места на место животных низшего ранга, так что те могут улечься на отдых лишь значительно позже высокоранговых.

На пастбище обычно достаточно пространства, чтобы животные могли соблюдать необходимую дистанцию между собой. Но и здесь низкоранговым животным чаще приходится менять направление пастбы или они вынуждены пастись в стороне от основного стада [212]. При беспривязном содержании дело обстоит еще хуже. Недостаток пространства не позволяет

¹ В оригинале было «больше». — Прим. перев.

ВВЕДЕНИЕ НОВОЙ ОСОБИ В ГРУППУ

Важным моментом в жизни особи и группы является введение нового члена, что служит сигналом для перестройки всей социальной структуры группы. Характер этой перестройки зависит как от поведения новой особи, так и от состава и состояния группы в данный момент.

Всякое появление нового незнакомого животного ведет к новым попыткам пробы сил. Можно предполагать, что это в наибольшей степени должно затрагивать перемещенную особь, которая с самого начала привлекает внимание всей группы. Каждый член ее стремится улучшить собственное положение за счет нового пришельца. Однако не всегда удается исключить отрицательное влияние такого изменения и на прочих членов группы. Мнения о том, как долго продолжаются волнения в группе после изменения ее состава, не однозначны. Одни авторы [278] считают, что коровам для привыкания друг к другу требуется не менее 4 месяцев, другие [154] отводят на это 3 недели. Гауптман [93] установил, что группа успокаивается в течение нескольких дней. Такое же наблюдение сделано и нами.

Социальное поведение перемещенной особи и остальных членов группы

При переводе животных на беспривязное содержание в их поведении можно наблюдать три последовательные стадии. Первая — это период установления социальных контактов, сопровождающийся взаимным обнюхиванием животных (рис. 33). Он длится примерно 5—10 минут. Во второй фазе, непосредственно следующей за первой, у некоторых животных, в частности у тех, что переведены на беспривязное содержание впервые, наблюдается резкое повышение двигательной активности: они начинают бегать и прыгать, вероятно, от чувства свободы и пытаются установить контакт по типу «заигрывания». Эти проявления часто отрицательно воспринимаются старожилками, прежде всего агрессивными животными, которых это раздражает и которые даже попытку контактов «с добрыми намерениями» принимают за нападение и реагируют на нее от-

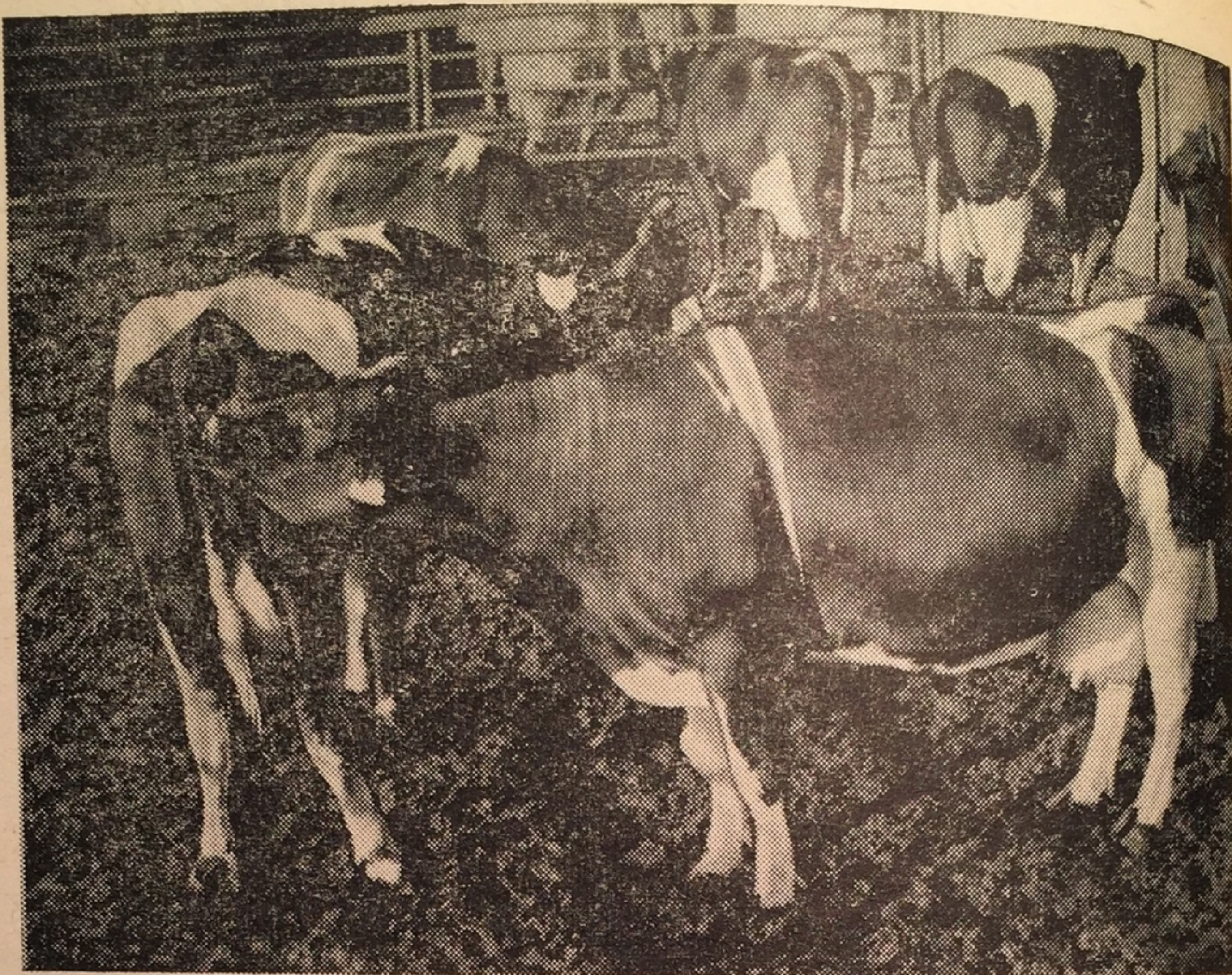


Рис. 33. Установление социальных контактов.

ветным нападением. В этот период, который отличается повышенной социальной активностью, и возникает борьба за социальный ранг. У коров словацкой пестрой породы эта борьба носит более упорный характер, нежели у черно-пестрого скота (рис. 34, 35). В стычках участвует не вся группа, а лишь несколько агрессивных животных, как правило, два или три. Эти животные стремятся добиться перевеса над вновь прибывшими. Если же вновь прибывшая особь отличается агрессивностью и своими силами добивается перевеса над своими противниками, то остальные животные присоединяются к драке и совместными усилиями пытаются запугать новичка¹.

Период повышенной активности, в течение которого обычно устанавливается новое социальное ранжирование, продолжается недолго — около 1—2 часов. Затем наступает фаза покоя, на протяжении которой в некото-

¹ Подобные массовые драки нередко бывают весьма беспорядочными; старожилы могут нападать не только на пришельца, но и друг на друга. — *Прим. ред.*



Рис. 34. Борьба пестрой породы



Рис. 35. Борьба пестрой породы



Рис. 34. Борьба за социальный ранг между коровами словацкой пестрой породы.

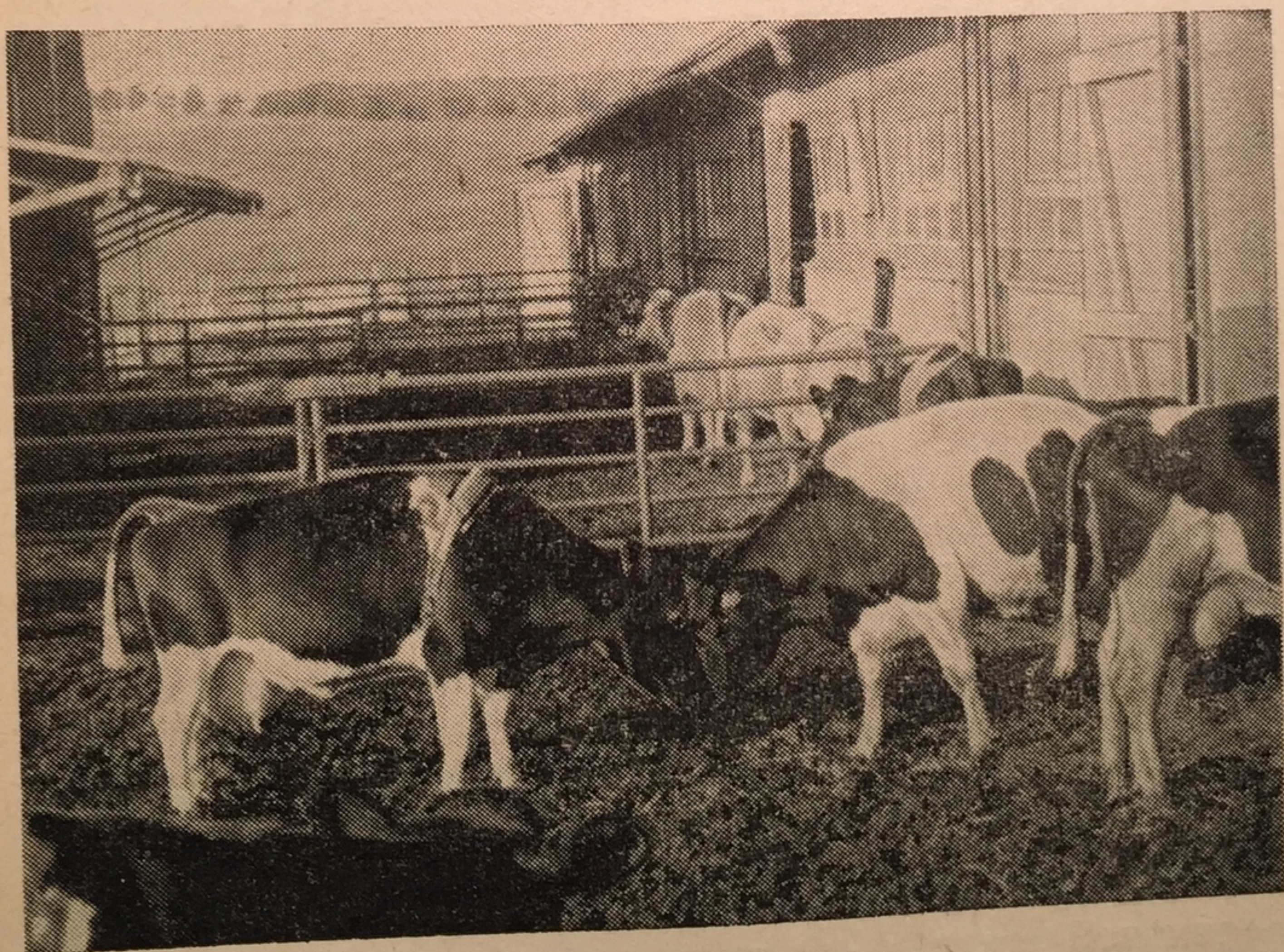


Рис. 35. Борьба за социальный ранг между коровами черно-пестрой породы.

рых случаях наблюдаются взаимные облизывания. Чаще же вся группа ложится. Позже всего ложатся те животные, которые вступали в конфликты с новым членом группы. У последнего в этот период наблюдается повышенная боязливость: он обособляется от остальных членов группы, ищет выгул или наиболее удаленные места в коровнике и чутко реагирует на движения агрессивных животных. Можно предполагать, что именно в этот период животное воспринимает все происходящее вокруг него как стрессоры, следствием чего бывает снижение удоя. Некоторые животные в этот период испытывают не только страх, но и тоску, проявляя ее мычанием.

Далее в течение дня проявления социальной активности постепенно убывают, особенно в том случае, если животных на время кормления фиксируют. На следующий день нападения на нового члена группы наблюдаются уже реже. Однако в поведении новой особи все еще проявляется повышенная реактивность на всевозможные социальные проявления в пределах группы. Определенное упрочение социального равновесия наступает на второй или на третий день после введения нового животного в группу, и это равновесие удерживается до тех пор, пока в группу не поступит следующее животное. Сравнительно спокойный процесс включения нового животного в группу наблюдал также Сеп [250]. Лишь в некоторых случаях борьба за социальный ранг достигала высокой интенсивности. Конфликты провоцировались всегда одними и теми же животными.

Влияние перемещения на прием корма. Многие авторы установили, что стычки между животными возникают чаще всего во время приема корма [203, 221, 273]. Конфликты возникают быстрее при недостатке корма или кормомест. На новое животное остальные члены группы смотрят как на конкурента за корм, и нападения направлены в первую очередь против него. Его перегоняют с места на место, и зачастую в течение нескольких дней ему не удается нормально поесть. Порциг и Венцель [207] отмечают, что у коров черно-пестрой породы в течение первых 2—3 недель после перевода на беспривязное содержание время приема корма было достоверно короче, чем у тех, которые находились в группе дольше. Вероятно, это в значительной степени объяснялось тем, что животных вс

время приема корма не фиксировали. В собственных опытах на коровах словацкой породы мы наблюдали пониженное потребление корма в течение первой недели после перевода также и в том случае, если при кормлении применялись ограничительные перегородки; у коров черно-пестрой породы не отмечалось влияния перемещения на интенсивность приема корма.

Живая масса. В условиях беспривязного содержания снижение живой массы возможно также в том случае, когда поедаемость корма не изменилась, поскольку при возможности движения значительная часть питательных веществ преобразуется в механическую энергию.

Так как снижение массы является признаком нарушения равновесия обмена веществ, что в конечном счете отражается на продуктивности, то живая масса может служить довольно существенным показателем адаптации животного к новым условиям.

У коров словацкой пестрой и черно-пестрой пород после перевода на беспривязное содержание тоже наблюдалось снижение живой массы. В среднем это снижение компенсируется через 2—3 месяца. У коров черно-пестрой породы эта компенсация наступает позже, вероятно потому, что у них более высокие удои. Однако реакции отдельных животных в этом смысле могут быть очень различными.

Продолжительность отдыха. Продолжительность отдыха при перемещениях изменяется мало. В первый день перемещенные животные меньше лежали (коровы словацкой пестрой породы на 41%, а черно-пестрой — на 21%), но уже на следующий день произошла компенсация. Общее время лежания сократилось по сравнению с привязным содержанием у коров словацкой пестрой породы на 10,5%, у коров черно-пестрой породы — на 12%.

Суточный режим остальных членов группы после включения новой особи существенно не нарушился. В день перемещения после появления новой коровы время лежания группы словацкого пестрого скота сдвинулось на 1 час 30 минут, черно-пестрого скота — на 1 час. На следующий день эта разница все еще составляла 40 минут у словацкого скота, а коровы черно-пестрой породы легли точно в то же время, что и за день до перемещения.

Молочная продуктивность. С экономической точки зрения важнейшим последствием нарушения социальной структуры стада является его отрицательное влияние на молочную продуктивность. Снижение продуктивности может произойти не только у перемещенной особи, но и у остальных членов группы.

Коубек и Гауптман [132] установили, что дойные коровы реагируют на перемещение по-разному. У 19 коров из числа тех, за которыми велось наблюдение, удои снизились, у 15, наоборот, повысились. По группе в целом в первый день после включения новой особи удои снизились на 2,2%, на второй день — на 3,1%. Порциг и Венцель [207] отмечали еще большее снижение удоев вследствие перемещения. По их данным, у перемещенных животных удои в день перемещения снизились на 14,88% по сравнению с предшествующим днем. В среднем за неделю после перемещения он был на 3,5% ниже, чем в течение предыдущей недели. В день появления новой особи по всей группе отмечено снижение продуктивности на 3,5%.

Сила реакции коров на перемещение зависела также от того, сколько дней прошло после отела до перемещения. В группе дойных коров, перемещенных через 4 недели после отела, снижение удоя в день перемещения составило 10,5%; а у тех, что были перемещены через 2 недели после отела, — 17,6% по сравнению с предшествующей неделей. По первой лактации снижение удоя у коров было относительно большим, чем по второй или третьей лактациям (16,44% по сравнению с 11,54%).

В наших опытах снижение продуктивности у перемещенных животных было большим, несмотря на то что во время кормления их фиксировали. У словацкого пестрого скота в течение первых 10 дней после перемещения удои снизились на 6,56%, черно-пестрого — на 7,49%. В течение следующих 10 дней соотношения переменились в пользу последнего — 8,51% по сравнению с 10,09%. Включение же новой особи, напротив, оказало лишь незначительное влияние на продуктивность целой группы. У коров словацкой пестрой породы удои снизились в день перемещения на 0,39%, у коров черно-пестрой породы — на 0,65%. Однако у последних уже на следующий день после перемещения удои повысились на 0,95% по сравнению с удоем, полученным в день на-

кануне перемещения, что компенсировало и снижение в день перемещения. В группе коров словацкой пестрой породы удой снизился на 0,21% [139].

Полученные результаты довольно неожиданны: принято считать, что беспокойство в группе и борьба за социальный ранг, вызываемые изменением состава группы, становятся причиной снижения удоя у животных всей группы. Этого снижения мы не отметили ни у словацкого, ни у черно-пестрого скота; достоверность результатов мы не подвергали сомнению, поскольку они вытекают практически из двух экспериментов, проведенных с интервалом в один год. Создается впечатление, что снижение продуктивности, отмечаемое при переводе коров на беспривязное содержание, обусловлено главным образом снижением удоев у введенных в эту группу особей.

Интересные результаты получены нами при оценке показателей интенсивности молокоотдачи. У словацкого пестрого и черно-пестрого скота после перевода на беспривязное содержание произошло снижение удоев. Однако интенсивность молокоотдачи не снизилась — как раз наоборот. У коров словацкой породы разница не была столь значительной, но у черно-пестрой породы произошло достоверное улучшение этого показателя. Если в период до опыта относительная скорость истечения молока за 3 минуты составляла 65,6%, то в течение первых пяти дней после перевода она стала равной 74,4%. При доении в доильной установке «елочка» уже на следующий день после перемещения снизился ручной додой, хотя продолжительность машинного доения существенно не увеличилась.

Частота пульса. Уже во время предварительных измерений мы установили, что сердце очень чутко реагирует на внешние стимулы. Поэтому мы предположили, что по изменению работы сердца и по времени, в течение которого эти изменения происходят, можно будет судить, до какой степени и как долго организм реагирует на изменения условий (типа перевода на беспривязное содержание) как на фактор беспокойства.

Частоту пульса мы измеряли у 16 дойных коров в течение дня накануне перевода животных на беспривязное содержание, в день перевода и на следующий день после перевода. Мы включали коров в опыт постепенно, по одной. В условиях привязного содержания

средняя частота пульса составляла 78 ударов в минуту. После перемещения частота пульса в течение первых 10 минут повысилась в среднем до 116 ударов. Пульс участился у всех коров, кроме одной. Это была первая корова, включенная в опыт, которая после перевода первоначально оказалась первым и единственным членом группы. Отсюда можно было предположить, что ускорение сердечной деятельности вызывается присутствием новых, незнакомых животных, а не остальными обстоятельствами, сопутствующими перемещению.

С 10-й минуты частота пульса постепенно снижалась и между 190-й и 200-й минутами достигла той исходной величины, которую мы зафиксировали накануне перемещения животных. Зависимости между частотой пульса и снижением удоев, которым сопровождается перемещение животных, мы не обнаружили.

СТАБИЛИЗАЦИЯ СОЦИАЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ГРУППЕ

Относительной стабильности, которая является гарантией спокойствия в группах, необходимой для животных, мы можем достигнуть лишь в том случае, если за период лактации структура группы не претерпевает никаких изменений. Это можно обеспечить только формированием сразу же после отела определенных групп, состав которых до запуска остается постоянным. Однако осуществить это довольно трудно. Необходимым условием является достаточно большая численность стада, регулярное осеменение коров и выравненная продуктивность в стаде.

Спокойную обстановку в тех группах, где длительное время не происходит никаких перестановок, можно объяснить тем, что после периода, богатого взаимными конфликтами, формируется социальная интеграция, для которой характерна определенная взаимная терпимость. Это означает, что и особи низшего ранга приобретают в этот период определенные права.

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП И ИХ ВЕЛИЧИНА

Из сказанного выше очевидно, что для получения хороших результатов при групповом способе содержания необходимо, чтобы состав группы в продолжение всей

лактации не менялся. Однако проблемой остаются способы создания такой системы эксплуатации, которая сделала бы это возможным. Решающим фактором является обеспечение животным уровня кормления в соответствии с их продуктивностью.

Группы необходимо комплектовать после отела, следовательно, за минимально короткий срок должно отелиться необходимое количество животных. Это решает проблему только при выравненной продуктивности. Если же группа не выравнена по удоям, ее нужно еще подразделить по величине продуктивности. Но и после этого выравненность группы сохраняется обычно недолго. По нашим наблюдениям, у словацкого пестрого скота при групповом скормливании концентратов подобная организация группы невозможна. В стаде, состоящем из 350 коров, нам удалось скомплектовать группу из 48 голов в течение 6 недель. Средний удой по группе составлял 14 кг молока в сутки. Однако в течение последующих 6 недель разница в удоях стала такой большой, что группу пришлось разделить пополам. Но и это не спасло ситуацию. К концу лактации (через 260 дней) в каждой группе уже было лишь по 19 лактирующих коров, а в период, когда группу нужно было расформировывать, доилось еще 8 животных (35%). Если нельзя менять состав группы и нет возможности обеспечить индивидуальное скормливание концентратов, дозу последних необходимо повысить и составить рационы таким образом, чтобы потребность в питательных веществах была удовлетворена для коров с наивысшим удоем.

В доильных установках новейших типов можно дозировать концентраты индивидуально, чем уже частично решается проблема. В этом случае главным критерием при формировании группы служит время отела; все животные приблизительно в одно и то же время нуждаются в одинаковом уходе до и после отела, при раздое, во время запуска и сухостоя.

Что же касается величины групп, то Барци и Цако [10] рекомендуют, чтобы в группе было не более 25 дойных коров. Кудличка и др. [148] допускают более крупные группы. Исходя из имеющихся наблюдений, они рекомендуют в условиях беспривязного содержания формировать группы не более чем по 40 дойных коров, а при содержании в боксах — 50 коров.

Наоборот, в ГДР даже при высокой концентрации животных (2000 дойных коров) составляют сравнительно небольшие группы (16 голов). Группы формируются дважды: первый раз после отела и второй раз — после установления стельности. В этом случае исключается беспокойство животных в группе, вызываемое коровами в охоте. Нами были тоже получены хорошие результаты в группе с небольшим количеством животных (15 коров). Этот способ был испытан нами на первотелках словацкой пестрой породы, где в группах наблюдалось стабильное социальное равновесие.

усло
Для свиней, по
дят преимущес
приобретают те
тельным решен
нащением и ор
но отнести не
в свинарника
слишком боль
вильное корм
нические и в
ние животны
ция, перемеш
на, перекорм
свиньи — жи
психическим
правильного
Действие
и они не о
изменениям
сов. Но мн
ясь, сбива
нервируют
ется одной
роших рез

ПОВЕДЕН
СОДЕРЖА

СУТОЧНЫЙ

В 1964 г
вания на
условиях

НАГРУЗКИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЕЙ

Для свиней, поскольку они всю свою жизнь проводят преимущественно в помещении, важное значение приобретают те факторы, которые связаны со строительным решением объектов, их технологическим оснащением и организацией хозяйства. К стрессорам можно отнести неблагоприятные условия микроклимата в свинарниках, неудовлетворительное размещение, слишком большие размеры станков и объектов, неправильное кормление и уход, а также различные зоотехнические и ветеринарные мероприятия, как взвешивание животных, кастрация, взятие проб крови, вакцинация, перемещения и перевозки, резкие перемены рациона, перекорм, недокорм, голодание и т. п. Поскольку свиньи — животные общественные, нужно считаться и с психическими стрессами, которые могут вытекать из неправильного развития отношений между животными.

Действие этих стрессоров не всегда бывает явным, и они не обязательно сразу же приводят к заметным изменениям поведения или к резкому снижению привесов. Но многие из них, воздействуя долго или повторяясь, сбивают нормальный суточный режим животных, нервнируют их, нарушая покой в станках, который является одной из важнейших предпосылок получения хороших результатов откорма.

ПОВЕДЕНИЕ СВИНЕЙ В РАЗНЫХ УСЛОВИЯХ СОДЕРЖАНИЯ

СУТОЧНЫЙ РЕЖИМ ОТКОРМОЧНЫХ СВИНЕЙ

В 1964 г. Липс [156] начала этологические исследования на свиньях, которые содержались в стандартных условиях на станциях по испытанию откормочной про-

дуктивности. У свиней весовой категории 80—120 кг она получила следующие результаты по распределению суточной активности (%):

	Отдых	Движение	Поедание корма
В течение дня (12 часов) .	79,4	13,6	7,0
В течение ночи (12 часов) .	96,2	3,6	0,2
В среднем за сутки	87,8	8,6	3,6

Наивысшая активность отмечалась до начала кормления и после него, в ночные же часы она была наименьшей. Однако при больших концентрациях животных возникают определенные проблемы. Речь идет о том, как будет формироваться суточный режим в группах различной величины, поскольку на него влияют взаимоотношения между животными, и можно ли ожидать конфликтных ситуаций возле кормушек и поилок или драк за удобное место для лежания, что при индивидуальном содержании не принимается в расчет.

При наблюдениях за поведением животных в группах оказалось, что большинство особей сильно привязаны к определенному месту для лежания и к месту у кормушки. При отсутствии помех со стороны других животных здоровые свиньи для дефекации и мочеиспускания используют специально отведенное для этого место в навозном проходе. Период наибольшей активности приходится на время между 8 и 22 часами, а в ночные часы преобладает покой. Так как свиньи имели возможность поедать корм из автомата, они пользовались этим почти постоянно, исключая несколько ранних утренних часов — с 1.00 до 6.00. Но больше всего животных подходило к корму в период с 8.00 до 21.00. В группе из 90 животных режим двигательной активности и покоя в течение суток складывался следующим образом (%):

	Отдых	Движение	Поедание корма
В течение дня (12 часов) .	81,81	9,78	8,41
В течение ночи (12 часов) .	93,46	3,11	3,43
В среднем за сутки	87,64	6,44	5,92

Результаты показывают, что в продолжительности отдыха разницы между животными, содержащимися индивидуально и в группах по 90 голов, не отмечалось; разница наблюдалась лишь в продолжительности пое-

дания корма, что обуславливалось способом кормления (самокормление) при групповом содержании.

Изучая суточный режим в группе, состоящей из 230 животных, Липс [156] отметила возрастание продолжительности времени движения вдвое по сравнению с группой, состоящей из 90 особей. Она предполагает, что это было следствием большего беспокойства животных в группе.

В более мелких группах суточный режим свиней изучал Кнап [123]. Он отметил, что в группе из 10 животных на лежание затрачивалось 83,76% общего времени, из 20 животных — 82,46%, а при совместном содержании 40 особей время лежания составляло 78,74%.

ТЕМПЕРАТУРА В ПОМЕЩЕНИЯХ

Содержание свиней осложняется тем, что у отдельных их категорий требования к температуре различны. Если для новорожденных поросят оптимальными будут температуры 25—30° С, а через 3 недели уже 20° С, то для свиноматок, которые размещаются в том же объекте, такой температурой будет 16—18° С. При наличии хорошей подстилки и отсутствии сквозняков матки в течение некоторого времени могут переносить и температуру 12° С. Повышенную температуру в местах, предназначенных для поросят, можно обеспечить утеплением, достаточно обильной подстилкой, иногда обогревом при помощи теплой воды или электрических матов. Кое-где для этой цели применяются также инфракрасные излучатели или лампы накаливания.

Во время откорма свиньи, которые содержатся группами, реагируют на изменения температуры в свинарнике изменением плотности своего размещения в логове, а от этого зависит комфорт животных и гигиена их содержания. При очень плотном размещении свиньи флегматичны и не реагируют на различные внешние стимулы и шум. Плотное размещение в логове наблюдается при низких температурах, а также при недостаточной площади логова, во время заболеваний животных гриппом и при желудочных расстройствах. Молодые животные (массой 15—30 кг) ложатся близко друг к другу в логове в тех случаях, когда скорость движения воздуха достигает 0,3—0,4 м/с, а температура ниже 12° С. Свиньи массой 60—80 кг ложатся друг на друга

при повышенной скорости воздуха и температурах около 10°C ; напротив, более тяжелые животные (сверх 120 кг) не ложатся друг на друга даже при температуре ниже 8°C . При плотном размещении в логове отмечен более низкий прирост массы.

Высокие температуры вызывают также повышенное беспокойство животных; последние ищут более прохладные места, ложатся в навозный проход и чаще загроизняют логово.

По сравнению с белыми породами и с породой ландрас корнуэльские свиньи более чувствительны к колебаниям температуры [234].

ВЕНТИЛЯЦИЯ

При низких температурах свиньи очень чувствительны к сквознякам. Они быстро переохлаждаются, заболевают, возрастает потребление корма. При высоких температурах, напротив, движение воздуха успокаивает животных, и аппетит их не снижается. Интересный эксперимент провели Болдуин и Инграм [9]. Они поместили свиней в климатическую камеру, в которой был установлен вентилятор. Этот вентилятор животные могли выключать, нажимая рылом на кнопку. Температура в камере менялась от -5 до $+40^{\circ}\text{C}$. При низких температурах они выключали вентилятор сразу же после его включения, по мере повышения температуры выключали его все реже, а при температуре $+30^{\circ}\text{C}$ уже не выключали. Одновременно авторы обнаружили, что охлаждение гипоталамуса также приводило к более частому нажатию выключателя.

Вентиляция играет важную роль прежде всего в крупных откормочных предприятиях. Кнап и др. [121] для обеспечения животным комфорта и оптимального микроклимата рекомендуют такой способ вентиляции, чтобы в зимний период поток воздуха можно было направить в навозный проход (что способствовало бы одновременно более частой дефекации в проходе), а летом — на логово для охлаждения животных.

Проблема сквозняков обсуждается и при оборудовании решетчатых полов в стаиках. Есть опасения, что усиленное движение воздуха в пространстве под решетками увеличит отведение тепла от тела животных и вызовет повышенное потребление корма.

ОСВЕЩЕНИЕ ОБЪЕКТОВ

В последнее время при строительном решении объектов для откорма свиней, подобно тому как и при откорме бройлеров, делается упор на свинарники без окон и с искусственным освещением. В качестве доводов выдвигают уменьшение затрат на строительство и более благоприятные условия для поддержания микроклимата внутренней среды. Дело в том, что окна, особенно при большой разнице между наружной и внутренней температурой, оказывают значительное влияние на климат внутри свинарника. Однако содержание в безоконных свинарниках может применяться только в том случае, если это не ухудшает способности к откорму и убойных качеств животных. Все прочие функции, на которые мог бы оказать влияние недостаток дневного света, не имеют существенного значения для откормочных свиней ввиду малой продолжительности их жизни (при откорме от 40 до 110 кг, который длится около 100 дней, общая продолжительность жизни составляет 200 дней). Остается еще также открытым вопрос о длительности освещения объектов в течение суток.

Комберг [58] в свинарниках с искусственным освещением получил несколько худшие результаты откорма при освещении 2 раза в день по 2 часа (только во время кормления) или в течение 12 часов. Улучшение было отмечено лишь при увеличении времени освещения до 16 часов. Точно так же Ключкова и Эмме, которых Комберг цитирует, высказываются против кратковременного освещения. Оптимальной продолжительностью освещения они считают 10—12 часов в сутки. При продолжительности освещения 6 часов в сутки естественным или искусственным светом у животных были отмечены по сравнению с 12- и 18-часовым освещением отличия в половом цикле, размере яичников и структуре зародышевого эпителия, в массе щитовидной железы, соотношении мяса: жир и в содержании минеральных веществ в костях. Что касается соотношения мяса: жир, то нужно подчеркнуть, что в разрезе длиннейшей мышцы спины оно не было нарушено, зато повысилась степень жировотложения в органах. Содержание минеральных веществ в сыворотке крови было в пределах биологической нормы, однако с тенденцией к снижению.

Большинство этих показателей существенного значения для откормочных свиней не имеет в связи с их кратковременным хозяйственным использованием. Отрицательного влияния на результаты самого откорма большей частью тоже не отмечалось. Шольц и Липс [223] обнаружили у свиней, которые содержались в темноте с двукратным освещением только во время кормления, повышение прироста массы на 0,8—7,9% и улучшение использования корма на 2,6—3,5%. У свиней, содержащихся в полной темноте, отмечали более высокий процент отложения жира. Блендль [26] не обнаружил никакого отрицательного влияния недостатка света, а Маунт [183] отметил несколько лучшее использование корма, что объясняется меньшей двигательной активностью животных в темноте.

В Венгрии этой проблемой занимались Адам и Телеки [1]. У белых венгерских свиней, содержащихся в темноте с искусственным освещением только 2 раза в сутки по полтора часа, было отмечено повышение прироста массы за период откорма от 24 до 103 кг и лучшая оплата корма (на 1 кг привеса) на 8,2%. Низкое содержание йода в сыворотке крови указывало на пониженную активность щитовидной железы. У животных, содержащихся в темноте, оказался более высокий убойный выход по сравнению с теми, которые освещались круглосуточно (83% по сравнению с 79%). Отрицательное влияние темноты можно видеть в худших убойных качествах животных, которые содержались без света. Из этой группы к категории А было отнесено 29,9% туш, тогда как из группы с круглосуточным освещением — 36,1%. Химический анализ длиннейшей мышцы спины показал, что в группе животных, которая содержалась без света, доля жира была несколько выше, а доля белков ниже. Еще лучшие результаты были получены у помесей венгерской белой свиньи с корнуэльской.

КАЧЕСТВО ЛОГОВА

Поскольку свиньи проводят большую часть своей жизни лежа (более 20 часов в сутки), качество логова для них более важно, чем для других видов животных. Чрезвычайно важна температура пола логова и его теплоизоляционные свойства не только в плане биоло-

гических требований животных, но и из экономических соображений. При таком продолжительном лежании нельзя пренебрегать тем теплом, которое отводится от тела благодаря его контакту с полом, поскольку здесь идет речь о потерях энергии, которая могла бы быть рентабельно использована для образования тканей тела, т. е. для повышения прироста массы.

В опытах Кнапа [120] при температуре логова $27,5^{\circ}\text{C}$ и использовании соломенной подстилки суточный прирост массы достигал 633 г (при расходе 2,44 крахм. ед.), при температуре $21,3^{\circ}\text{C}$ с электрическим обогревом пола логова — 572 г (при расходе 2,57 крахм. ед.), а при температуре логова $10,3^{\circ}\text{C}$ с содержанием на деревянном полу — 533 г (при расходе 2,79 крахм. ед.).

Из материалов, имеющих практическое значение в свиноводстве в качестве подстилки, наиболее целесообразной в смысле ограничения потерь тепла через пол оказывается сухая солома. Потери тепла путем проведения колебались от 120 до $145 \text{ ккал/м}^2/\text{ч}$ и составляли $\frac{1}{2}$ или даже $\frac{1}{3}$ потерь, отмеченных при содержании на том же полу без подстилки [125]. Там, где нельзя использовать подстилку, полы нужно делать таким образом, чтобы теплоизоляционный слой находился как можно ближе к поверхности и чтобы пол был защищен от проникания влаги. Наименьшие потери тепла ($220—225 \text{ ккал/м}^2/\text{ч}$) были установлены на полу из поливинилхлорида на керамических плитках, наибольшие ($570 \text{ ккал/м}^2/\text{ч}$) — на бетоне, который можно рекомендовать только для навозного прохода.

На решетчатых полах наименьшие потери тепла ($200—230 \text{ ккал/м}^2/\text{ч}$) отмечаются в том случае, когда используются решетки из поливинилхлоридных трубок или стальных трубок с покрытием из поливинилхлорида. При использовании деревянных решеток потери тепла тоже были не очень большими. Наибольшие потери отмечены на полах из чугунных, стальных и железобетонных решеток ($405—630 \text{ ккал/м}^2/\text{ч}$). Чугунные и стальные решетки Кнап и Хаек [25] рекомендуют использовать только для навозных проходов в свинарнике-откормочнике.

Однако проспекты, присланные нам из ГДР, указывают на совершенно новые пути в технологии откорма. Там принимается в расчет откорм свиней исключитель-

но на металлических решетках, а иногда, особенно при откорме категорий свиней младшего возраста, в двухэтажных батарейных клетках. Во избежание потерь тепла помещения полностью климатизируются, что обходится не слишком дорого, так как животные сами выделяют большое количество тепла.

ТЕХНОЛОГИЯ КОРМЛЕНИЯ

Для правильного поддержания суточного режима важна также технология кормления. Наблюдения Кнапа и Хаека [124] в крупных откормочных предприятиях на 2200 свиней показали, что при откорме сухой смесью из автоматов животные затрачивали на движение 16,9, а на лежание 83,1% суточного времени; при откорме густой кашеобразной мешанкой, которая скармливалась 3 раза в сутки, на движение приходилось 10,1, а на отдых 89,9% от общего времени суток.

Бесспорно, кормление сухой смесью более экономно и облегчает труд работников, поэтому в будущем в условиях высокой концентрации животных нужно рассчитывать на него, хотя результаты откорма здесь несколько хуже, чем при откорме влажной или рассыпчатой мешанкой [35]. Неринг [187] и Ритце [210] тоже указывают, что влажной мешанки свиньи поедают больше и что прирост массы при этом несколько увеличивается.

Интересный эксперимент поставил Зигль [234]. Он предоставил животным возможность свободного выбора между влажным и сухим кормом одинакового состава; оба вида корма предлагались вволю. Как показали результаты, из общего количества съеденного корма животными поедалось 32,5% сухой и 67,5% влажной консистенции. Доля влажного корма на протяжении 10 недель не оставалась неизменной, а повышалась с увеличением массы животных. Между отдельными животными в этом отношении были значительные различия.

Обширные эксперименты по скармливанию концентратов в виде мучки и в форме гранул провели в США Брауде и Роуэлл [36]. Одновременно эксперимент должен был дать оценку кормления с пола и из кормушек. При кормлении насыпанной на пол сыпучей смеси авторы зафиксировали более низкий прирост массы (на

3,6%) и худшее использование корма (на 4,6%), чем при скармливании гранул. Объясняется это, вероятно, тем, что животные больше затапывали корма мучнистой консистенции. Разница в продуктивности при скармливании гранул из кормушек и с пола была лишь незначительной. Свиньи из группы, которую кормили гранулами, были немного больше осаленными и с меньшей долей мышц.

ФОРМИРОВАНИЕ ГРУПП

Свинья уже по своему происхождению — животное, которое ищет общество себе подобных, и отсюда вытекают многие жизненные привычки. У диких животных образование сообществ не является самоцелью: оно помогает им в поисках корма, в защите от врагов и т. п. Одомашненные животные не сталкиваются с такими трудностями, но человек может использовать в своих целях их биологические склонности. Создавая среду, которая наиболее соответствует требованиям животных, он может положительно повлиять на их продуктивность.

Нужно уделять внимание тем элементам поведения, которые вытекают из постоянного тесного взаимного соседства животных. Животные реагируют не только на те стимулы, которые приходят извне, они влияют и друг на друга. Они живут не рядом с себе подобными, а вместе с ними. Благодаря этому у них развился внутренний инстинкт, который заставляет их подражать поведению прочих членов своей группы. Они склонны втягиваться также и в ту же деятельность, которой заняты остальные.

Эту взаимную стимуляцию и подражание можно считать факторами, способными активно содействовать повышению продуктивности.

Особенно часто такую взаимную стимуляцию можно наблюдать в момент приема корма. Наиболее характерно это для молодых свиней с их развитой тенденцией к подражанию. Это можно видеть в особенности при групповом содержании поросят-сосунов. Младшие поросята стремятся подражать старшим, и на основе этого из первоначальной игры развивается целенаправленное поведение. Все сосуны быстро становятся более активными и научаются поедать корм за более корот-

кое время. Их масса при отъеме выше, падеж меньше, и среди них меньше заморышей [204].

Такое же взаимостимулирующее влияние свиньи могут оказывать друг на друга и при откорме (при том условии, что группа правильно составлена). Причинами отрицательных влияний могут быть величина группы, изменения ее состава и плотность заселения станков.

На вопрос о пределах рациональной величины группы нельзя ответить однозначно. При составлении групп нужно учитывать такие факторы, как требование одинакового возраста и одинаковой массы, различные потребности в тепле в зависимости от массы и суммарное действие стрессовых ситуаций, вызываемых сосредоточением в одном месте слишком большого числа незнакомых друг с другом животных.

Маленькие группы удобнее, так как их можно легко составить из животных одинакового возраста и одинаковой массы. Группы можно составить из животных всего лишь двух пометов. С требованиями одинакового возраста и одинаковой массы нужно считаться в связи с тем, что с возрастом меняются требования животных к условиям окружающей среды, кормлению и уходу, одновременно меняется и их поведение. Изменяются общая активность, продолжительность потребления корма, частота и скорость потребления корма и даже вкусы.

Хаек [89] в своих опытах установил, что откормочные свиньи массой 40 кг отличались большей подвижностью (на 19,3%), чем свиньи массой 82 кг, и на поедание корма им требовалось на 17,6% больше времени. Эти различия определяются быстротой поедания корма. Так, свиньи массой 85 кг съедали за 1 час 2,3—2,6 л кашеобразного корма, а массой 45 кг — лишь 0,8—1,0 л [204]. Отсюда следует, что в больших невыравненных группах при дозированном кормлении из кормушек животные младшего возраста находятся в более невыгодном положении, чем старшие. Они не могут насытиться, так как их постоянно отталкивают от кормушки, а между тем для поедания корма им требуется больше времени. Различия в возрастном поведении наблюдались и при кормлении вволю: подросшие свиньи подходили к кормушкам 7 раз в день, подсвинки — 11 раз.

ВЕЛИЧИНА ГРУПП
Бранд, Манчич
чиной в 10, 20,
суточный прир
вотных. При ув
ность роста уме
40 — на 10%. И
вотных ухудшил
10%. Продолжи
в группах из 10
из 40—135 дне
Кнап [123]. За
20 кг, в групп
рост массы со
и в группе из
ма в расчете
случае 3,365 к
3,674 кг.

На основа
зультатов в п
группы не дол

Как видим
не более 10—
всегда одинак
не настаиваю
го помета сод
это было бы

Блендль
ца откорма
одного раза.

появлению ст
и драки за р
на результат
укомплектов
ли и способ
откорма (по
се), то отри
лико и прояс
ных. Если
ставляет 1,4
заключител
8,57%.

ВЕЛИЧИНА ГРУПП И ПРИРОСТ МАССЫ

Бранд, Манчич и Живкович [33], изучая группы величиной в 10, 20, 30 и 40 голов, получили самый высокий суточный прирост массы в группе, состоящей из 10 животных. При увеличении группы до 20 голов интенсивность роста уменьшилась на 5%, до 30 — на 8%, а до 40 — на 10%. Использование корма в группе из 20 животных ухудшилось на 9%, из 30 — на 8% и из 40 — на 10%. Продолжительность откорма до 90 кг составляла в группах из 10 животных 123 дня, из 20 — 129 дней и из 40 — 135 дней. Аналогичный опыт провел в ЧССР Кнап [123]. За 100 дней откорма, начиная с массы 20 кг, в группе из 10 животных среднесуточный прирост массы составил 616 г, из 20 животных — 605 г и в группе из 40 животных — 588 г. Потребление корма в расчете на 1 кг прироста массы было в первом случае 3,365 кг, во втором — 3,502 кг и в третьем — 3,674 кг.

На основании этих и многих других аналогичных результатов в последнее время выработалось мнение, что группы не должны быть слишком большими.

Как видим, лучше всего помещать в каждой станке не более 10—12 свиней. Важно, чтобы объединялись всегда одинаково развитые животные, поэтому обычно не настаивают на требовании, чтобы поросята из одного помета содержались в одной и той же группе, хотя это было бы идеальным решением.

Блендль [28] подчеркивает, что с начала и до конца откорма животные должны перемещаться не более одного раза. Более частые перемещения способствуют появлению стрессовых ситуаций (различные инфекции и драки за ранг и место) и отрицательно сказываются на результатах откорма. По мнению Клоса [119], переукомплектование групп по достижении массы 60 кг усиливает и способствует достижению лучших результатов откорма (поскольку животные уравниваются по массе), то отрицательное влияние перемещений все же велико и проявляется главным образом в падеже животных. Если без переукомплектования групп падеж составляет 1,45%, то после составления новых групп для заключительного этапа откорма он увеличился до 8,57%.

ПЛОТНОСТЬ ПОСАДКИ В СТАНКАХ

Величина группы не во всех случаях может служить решающим критерием успеха группового откорма. Не менее важна и плотность посадки в станках. Котлинский и др. [131] указывают, что для свиней желательно предусматривать площадь из расчета 1 м² на голову, Вингерт и Кнодт [269] увеличивают эту цифру даже до 1,20 м². В таких условиях прирост массы у животных возрастал на 11,3%, а расход корма снижался на 6,5%, по сравнению с тем случаем, когда животным предоставлялось только 0,84 м² на голову. По сравнению с данными других опытов, эти потребности в площади выглядят завышенными. При слишком большой площади логова оно становится грязнее, животные здесь чаще испражняются и чаще беспокоят друг друга. Кнап [121] считает приемлемой следующую площадь логова (рис. 36):

Показатель	Масса (в среднем), кг					
	20	40	60	80	100	120
Оптимальная площадь логова, м ²	0,15	0,25	0,35	0,43	0,51	0,57
Площадь на 100 кг массы, м ²	0,75	0,63	0,58	0,54	0,51	0,48

В летний период плотность размещения в логове может быть меньшей. Плотность размещения в станках имеет чрезвычайно большое значение при содержании на щелевом полу. На полностью щелевом полу экскременты сразу проваливаются вниз, поэтому и логово и решетки всегда остаются сухими и чистыми. По данным ученых ГДР [67], площадь логова нужно рассчитывать исходя из массы следующим образом:

Масса животного, кг	Площадь логова, м ²		
	минимальная	оптимальная	максимальная
35	0,18	0,20	0,25
75	0,20	0,35	0,40
110	0,45	0,50	0,58

С другой стороны, при слишком высокой плотности заселения станков может возникнуть больше конфликтов как на логове, так и у кормушки, что оказывает особенно неблагоприятное влияние на молодых и более слабых особей. Здесь действует один из законов естественного отбора. В перенаселенной популяции начинает проявляться ре-

гулирующая роль так называемого социального давления. Чем больше особей обитает на данной площади, тем выше социально-психологическое давление. Результатом его будет депрессия роста, плодовитости и сопротивляемости, нарушение развития половой системы. Более слабые особи погибают или не дают потомства. У мышей, которые к этому виду стресса чрезвычайно чувствительны, угнетающее действие такой депрессии проявляется даже в следующем поколении [52].

КАННИБАЛИЗМ

Одним из пороков, который в некоторых стадах причиняет большие потери и который часто проявляется в связи с перенаселенностью животных в станках и с плохими условиями микроклимата, является каннибализм. Если в группе завелось животное, которое обкусывает хвосты другим особям, то вся группа становится очень нервной. Обнаружить такое животное довольно трудно, поскольку в присутствии человека эта дурная привычка не проявляется [145].

Эйверданк [8] приводит данные американских опытов по частоте каннибализма. Исследовались 16 пометов беркширской породы, 19 йоркширской и 27 пометов помесей этих пород. У беркширов каннибализма не отмечали вообще, у йоркширов он обнаружен у 58 % особей и у помесей — у 41 % особей. Наряду с перенаселенностью станков причиной каннибализма может быть и скармливание свиньям чрезмерно концентрированных кормов, от которых животные слишком быстро насыща-

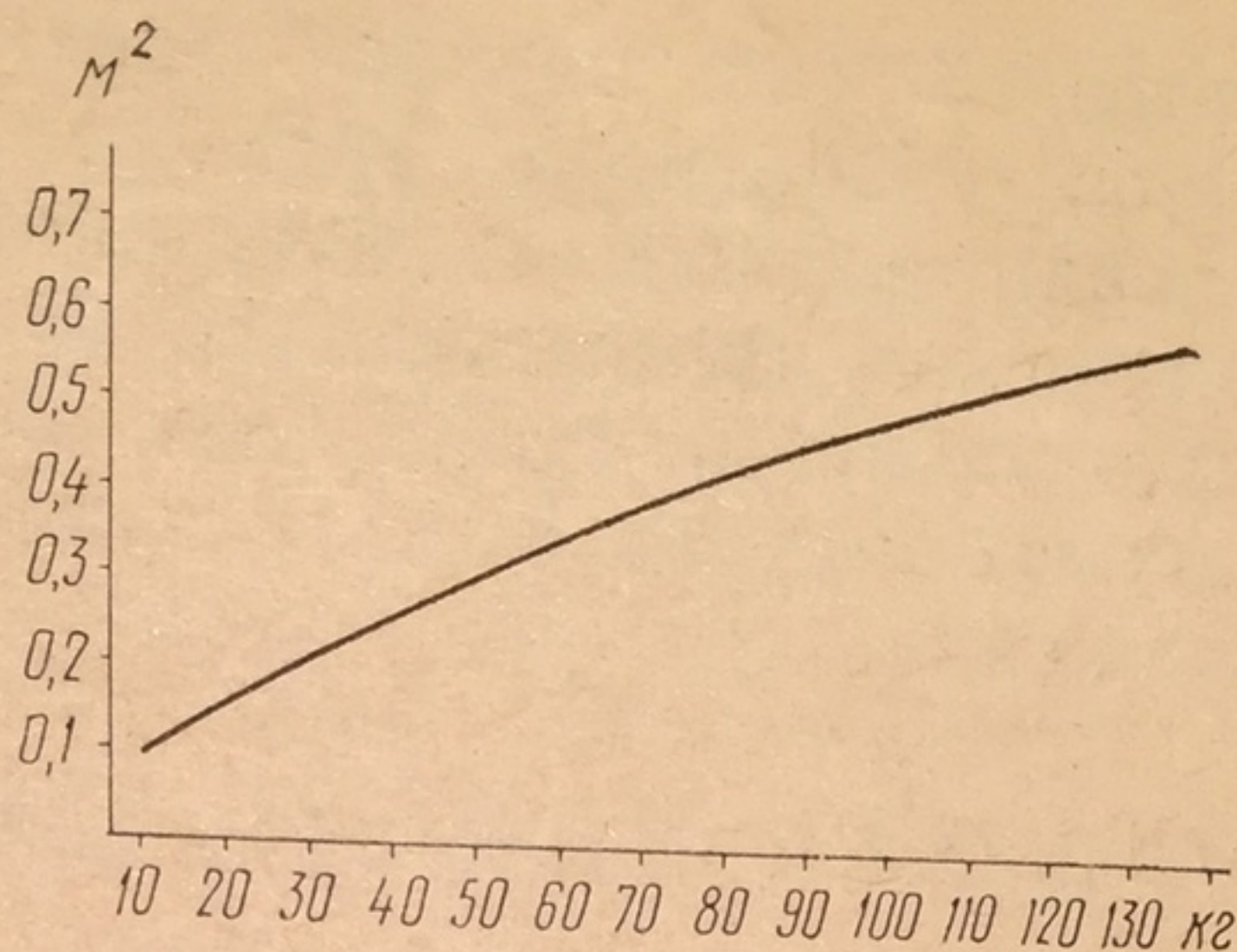


Рис. 36. Потребность в площади логова в зависимости от массы при откорме свиней [121].

ются. В этом случае животные мало заняты и имеют много свободного времени. Рекомендуется класть в станки животным какие-нибудь предметы, с которыми они могли бы заниматься на досуге, например цепь. По наблюдениям упомянутых авторов, это позволяет несколько снизить частоту случаев каннибализма среди свиней.

ПЕРЕВОЗКА СВИНЕЙ НА БОЙНЮ

Один из наиболее тяжелых стрессов для свиней — перевозка на бойню и пребывание там до убоя. Множество факторов, действующих при этом на животных, обуславливает не только физическую, но и психическую нагрузку. Потери, которые при этом возникают, довольно значительны. Оставив в стороне потерю массы, их можно подразделить на три категории:

- падеж чаще всего в результате сердечной недостаточности и расстройств кровообращения;
- травматизм — различные поломки костей, грыжи, рваные раны, кровоподтеки;
- ухудшение качества мяса.

ПОГРУЗКА СВИНЕЙ

При анализе причин, ведущих к потерям при транспортировке, всегда оказывалось, что они в большинстве случаев начинают действовать вскоре после того, как животные покидают свинарник. Поэтому именно погрузке нужно уделять наибольшее внимание. Откормочных свиней, привыкших большую часть времени проводить лежа, не следует заставлять слишком долго стоять и перегонять на большие расстояния. Нужно иметь в виду, что свинья от природы гораздо менее долговечна, чем человек. Совершенно недопустимо подвергать дополнительным нагрузкам этих и без того очень чувствительных животных, крайне растревоженных перемещением, крича на них и подгоняя их палками.

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА

Сами транспортные средства (железнодорожные вагоны или грузовые автомашины) обуславливают физическое истощение животных и, следовательно, количествен-

ные и качес
лезной доро
зовиках, по
ниже и пово
биях на бо
на спусках и
ных бросае
друг к другу
железнодоро
порте вдвое

Однако н
тоит в том,
прямо к про
зовиках или
перегружать
оказывает и
ных средств
лежать, нео
площади на
бинированно
портировки
ский день
ской бойне,
числа 78 жи
ные — по ж

ПСИХИЧЕСКАЯ

Психическа
свиней, по
лость. Жив
они часто,
и мочу. Стр
сом и у чу
чиной смер
ваются ос
нормальной
перегрузка
ставляет д
К этому п
вотными и
перевозки.
вотные зач
на корм и
время пере
13 Заказ 1852

заняты и имеют
ендуется класть в
метры, с которыми
например цепь. По
это позволяет нес-
аннибализма среди

ные и качественные потери. Условия перевозок по железной дороге, видимо, более благоприятны, чем на грузовиках, потому что там нет большой тряски, уклоны ниже и повороты менее круты. При перевозке на автомобилях на больших скоростях, при изменении скорости на спусках и подъемах или на крутых поворотах животных бросает из стороны в сторону, они прижимаются друг к другу или к стенкам грузовика. По сравнению с железнодорожным транспортом потери при автотранспорте вдвое больше [48].

Однако недостаток железнодорожных перевозок состоит в том, что живой груз, как правило, не доставляют прямо к производителю, а перевозят на станцию на грузовиках или тракторах, с которых животных приходится перегружать в вагоны и обратно. Отрицательное влияние оказывает и крайняя скученность животных в транспортных средствах. Чтобы все свиньи во время пути могли лежать, необходимо отводить не менее 0,5 м² грузовой площади на одну голову. На реальные последствия комбинированного стресса от высокой температуры и транспортировки указывает Кельх [115]. В жаркий июньский день из 12 506 свиней, выгруженных на гамбургской бойне, 123, т. е. 1%, были мертвыми. Из этого числа 78 животных перевозились на грузовиках, остальные — по железной дороге.

ПСИХИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА

Психическая нагрузка во время перевозки истощает свиней, пожалуй, больше, чем любая физическая усталость. Животные дрожат, глаза их широко раскрыты, они часто, но в небольших количествах выделяют кал и мочу. Страх, пожалуй, является самым тяжелым стрессом и у чувствительных особей может стать даже причиной смерти. Животные боятся изменений и отказываются оставить привычную обстановку. Нарушение нормального суточного ритма, погрузка в автомобиль, перегрузка в вагоны, перегон на бойню — все это представляет для животных самые страшные переживания. К этому присоединяется и контакт с незнакомыми животными и драки за лучшее место во время длительной перевозки. Тот факт, что после прибытия на бойню животные зачастую тут же ложатся, не обращая внимания на корм и воду, показывает, как сильно они устали во время перевозки.

ПЕРЕКАРМЛИВАНИЕ ЖИВОТНЫХ ПЕРЕД ПЕРЕВОЗКОЙ

Одна из самых больших ошибок, которую допускают животноводы (часто и в крупных хозяйствах) перед перевозкой, — это перекармливание животных. Ведь и человек, плотно поев, тяжело переносит необычное физическое напряжение. Почему же иначе должно обстоять дело со свиньями, о которых известно, что они имеют сравнительно слабое сердце? Кроме того, переполненный желудок механически затрудняет дыхание, происходит и рефлекторно обусловленное сужение коронарных сосудов сердца. Вследствие этого сердце не способно в достаточной мере снабжать кровью не только остальные жизненно важные органы, но и самое себя. Завершается это либо сердечной недостаточностью, либо интоксикацией организма углекислым газом вследствие недостаточного обмена углекислого газа и кислорода. Отравление проявляется в потере сознания и судорогах и вскоре приводит к смерти от удушья, так как дыхательный центр парализован.

При полном желудке напряжение, связанное с перевозкой, приводит и к угнетению пищеварительной деятельности, поэтому гнилостные продукты распада белков не расщепляются без остатка до конечных нетоксичных продуктов. Происходит самоотравление организма, сопровождающееся типичными симптомами, судорогами и нарушениями кровообращения. Кроме того, чрезмерное количество съеденного корма повышает теплообразование, которое в то же время усиливается непривычным мышечным напряжением. Следствием этого является повышение температуры тела сверх критической границы.

Свиней перед перевозкой не рекомендуется кормить, но нужно как следует напоить. Установлено, что через 6 часов после кормления в желудке еще остается половина съеденного корма, а через 12 часов — треть. Многочисленные результаты вскрытия животных, павших во время перевозки, показывают, как неправильно многие поступают при сдаче животных. Часты случаи, когда содержимое желудка составляет от 8 до 22 % общей массы, хотя допустимыми можно считать не более 4 % [158].

ВЛИЯНИЕ СТРЕССОВ НА КАЧЕСТВО МЯСА

ЭКССУДАТИВНОЕ МЯСО

Следующая группа потерь, которые вызываются стрессовыми ситуациями во время перевозки или непосредственно перед убоем, обусловлена ухудшением качества мяса. Стресс вызывает состояние, которое в литературе называется мышечной дегенерацией, и мясо становится бледным и водянистым (pale soft, exudative pork или PSE — бледная, мягкая, экссудативная свинина; watery pork — водянистая свинина).

Это так называемое экссудативное мясо начало привлекать к себе повышенное внимание в последние десятилетия, особенно в тех странах, где издавна ведется отбор свиней на высокую способность к образованию мяса и высокую интенсивность роста. В этих условиях экссудативное мясо начинает превращаться в важный источник экономического ущерба. Так, по наблюдениям Гане [80], в Швеции у 10—20% убойных свиней, участвовавших в различных опытах, отмечались явные признаки экссудативности мяса и еще у 20% менее заметные. Все потери времени в процессе убоя (подвешивание еще не убитых свиней на лишние 10—15 минут) приводили к повышению встречаемости экссудативного мяса.

Характерные признаки этого недостатка мяса общеизвестны: мышечная ткань во время убоя имеет нормальный вид, но гликоген быстро превращается в молочную кислоту и через 45 минут рН падает ниже 6,0 (иногда ниже 5,5), температура остается выше нормальной (в анаэробных условиях гликолиз протекает с выделением тепла), мясо становится бледным, водянистым и приобретает грубо волокнистую структуру. Посмертное окоченение наступает сравнительно рано, белок изменяется нежелательным образом. В поджаренном виде такое мясо менее сочно, а при засоле и копчении больше теряет в массе. Мясо с равномерным бледным цветом отдельных мышц и после копчения годится только на колбасы, но и здесь потери при переработке сравнительно велики. Из-за своего непривлекательного вида это мясо непригодно для потребления и в свежеекопченном виде.

Можно предположить, что причиной такого изменения мяса является физическое напряжение свиней, связанное с транспортировкой, жара, духота, скученность при транспортировке, недостаточная вентиляция, непривычные движения, голодание, а также психические потрясения. Поскольку же всякая перевозка сочетает в себе самые различные стрессовые ситуации, варьирующие независимо друг от друга, установить определенные связи между процессом перевозки и процессом созревания мяса после убоя трудно. Если и удастся анализировать влияние отдельных экзогенных факторов, то нельзя уверенно предсказать, каким будет в данных условиях качество мяса, так как процесс посмертного гликолиза зависит и от конституциональных особенностей отдельных животных, и от типа их обмена веществ.

Большие различия в качестве мяса отмечались даже в пределах выравненной группы животных, когда условия транспортировки и убоя были одинаковы, поэтому сообщения о влиянии одних и тех же условий часто бывают противоречивыми.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ СТРЕССА И КАЧЕСТВО МЯСА

Изучением этой зависимости занимался Коллоу [46], который установил, что при убое в станке потери в окороках свиней оказались в 10 раз меньше, чем при убое на бойне. Кельх [115] указывает, что достаточно перевезти животных на незначительное расстояние (несколько километров), чтобы рН мышц после убоя значительно снизился. Это снижение оказывалось более значительным, если между животными перед убоем происходили какие-нибудь стычки. Однако короткого отдыха перед убоем, во время которого животные находились на свежем воздухе, оказалось достаточно для возвращения значения рН к норме.

Интересные результаты получил Шепер [216], изучавший влияние перевозок различной продолжительности (от 0,5 до 3,5 часа) на послеубойное качество мяса. Однако после самой длительной транспортировки он не получил вопреки ожиданиям наихудшие результаты. Если транспортировка длилась более 3 часов, обнаруживалась тенденция к повышению рН мышц, что обуславливало лучшее качество мяса.

В другом э
ствие транспор
Он показал, ч
расстояние 45
возки на 500 к
более коротко
са к связывани
со было менее

Подобные
таты кратковре
са получены т
нагрузках. На
убоем отрицат
мяса, указыва
Это было подт
казали, что ес
посмертный гл
обуславливал
мяса.

Однако пр
зультаты оказ
в течение 5,5 ч
ные величины
ных, отмечало
сочности мяса
др. [153] пок
время подвер
зились потери

Чтобы пон
татами длите
трим вкратце
му снижению
гликогена в а
ется в молочн
в мышцах, а
мяса. После
го быстрого
рН снижается
вы гликогена
ся, молочной
высоким, в с
ся. Различия
ной транспор
зом.

В другом эксперименте Шепер [217] сочетал воздействие транспортного стресса с дачей животным сахара. Он показал, что падение рН при транспортировке на расстояние 45—51 км было больше, чем после перевозки на 500 км. В то же время при транспортировке на более короткое расстояние ухудшилась способность мяса к связыванию воды, возросли потери при варке и мясо было менее сочным.

Подобные противоречивые на первый взгляд результаты кратковременного и длительного воздействия стресса получены также при нервных шоках и психических нагрузках. На то обстоятельство, что страх и шок перед убоем отрицательно влияют на послеубойные качества мяса, указывали еще в 1959 г. Уисмер и Педерсен [270]. Это было подтверждено Сэром и др. [214], которые показали, что если животных пугали электропогонялкой, посмертный гликолиз в мышцах происходил быстро и обуславливал быстрое падение рН и ухудшение цвета мяса.

Однако при длительном возбуждении животных результаты оказываются иными. Если электрический шок в течение 5,5 часа повторялся неоднократно, окончательные величины рН были выше, чем у контрольных животных, отмечалось даже улучшение аромата, нежности и сочности мяса [152]. В другом эксперименте Льюис и др. [153] показали, что в мясе свиней, которые долгое время подвергались стрессу электрическим шоком, снились потери при варке.

Чтобы понять очевидные противоречия между результатами длительного и кратковременного стресса, рассмотрим вкратце механизм, который приводит к посмертному снижению рН в мышцах. В процессе расщепления гликогена в анаэробных условиях последний превращается в молочную кислоту, которая вызывает падение рН в мышцах, а в экстремальных условиях — водянистость мяса. После кратковременного стресса условия для этого быстрого анаэробного превращения благоприятны и рН снижается быстро. После длительного стресса резервы гликогена, которым располагал организм, истощаются, молочной кислоты образуется меньше, рН остается высоким, в связи с чем и качество мяса не ухудшается. Различия в результатах длительной и кратковременной транспортировки можно объяснить таким же образом.

На качество продуктов убоя влияют также характер движения животных во время транспортировки, продолжительность голодной выдержки и кормления. От этих факторов зависит уровень гликогена в туше. При наличии больших запасов гликогена образуется больше молочной кислоты, от количества которой зависит рН после убоя. Бриски [38], например, установил, что у свиней, которые получали перед убоем корм с высоким содержанием сахара, обусловившим повышение уровня гликогена в теле, мясо было светлее, мягче, а во время варки сравнительно много теряло не только в массе, но и в нежности.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО МЯСА

О влиянии теплового стресса свидетельствуют данные не только статистического, но и экспериментального характера. Баттерворс и др. [45] указывают, что в 1948—1953 гг. на датских бойнях и дегенерация мышц, и падеж в теплые месяцы (июнь — сентябрь) наблюдались чаще, чем в более холодные месяцы года. Отрицательное влияние высоких температур перед убоем на качество мяса отмечали и другие авторы. Сэр и др. [213], например, наблюдали, что при жаре (42—45°C) значительно ускоряется процесс посмертного окоченения и резко ухудшаются структура и цвет мяса. Многие авторы [77, 107, 192] отмечали сезонные влияния на качество мяса. В теплые месяцы мясо было светлее.

По данным Форреста и др. [78], у животных с бледным и водянистым мясом перед убоем отмечались повышенная частота пульса и учащенное дыхание. На обоих этих показателях сказались транспортировка, температура и беспокойное состояние животных. Позднейшие экспериментальные работы показали, что одной только тепловой нагрузки достаточно для значительного повышения упомянутых показателей и нежелательного изменения мускулатуры. К подобным результатам пришли Бриски и др. [39], Бендолл и Лори [15].

Бойтлинг [18] занималась вопросом о влиянии погодных факторов на качество мяса немецких белых длинноухих свиней. Изучая кратковременное влияние температуры, скорости движения воздуха и относительной влажности на рН мяса, содержание свободной

воды и общее содержание миоглобина (красящего вещества мышц), она обнаружила отчетливую связь между этими показателями и температурой и относительной влажностью. Было установлено, что даже кратковременное воздействие упомянутых факторов может через нервную и кровеносную системы повлиять на качество мяса свиней. Полученные результаты указывают на возможность улучшения качества мяса путем содержания свиней перед убоем в прохладном кондиционируемом помещении. Низкая температура в сочетании с невысокой относительной влажностью воздуха может оказать на реактивность организма такое влияние, что качество мяса после убоя не ухудшится. Данные этого исследования согласуются с результатами Сибесмы и др. [245, 246], которые установили, что у свиней, содержащихся до убоя при температуре $+3^{\circ}\text{C}$, качество мяса оказалось достоверно лучшим, чем у тех, что содержались при температуре $+20^{\circ}\text{C}$.

Высокая температура окружающего воздуха отрицательно влияет и на качество туш. В этих условиях происходит высвобождение воды из мускулатуры: связанная вода постепенно переходит в свободное состояние, а способность мышц связывать воду снижается [209]. Быстрое замораживание еще теплых полутуш и их последующая обработка в замороженном виде позволяют нормализовать процесс связывания воды и улучшить другие свойства мяса свиней мясного типа.

КОНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СВИНЕЙ

Чем выше продуктивность животного, тем более чутко его организм реагирует на неблагоприятные влияния среды. Это относится и к свиньям современного мясного типа. По статистическим данным, полученным из 21 бойни ФРГ о потерях на бойнях во время транспортировки и перед убоем, увеличение падежа отмечается в целом с тех пор, когда начали разводить свиней мясного типа. Так, в период с 1962 по 1967 г. потери увеличились в 3,5 раза. Наиболее частой причиной гибели животных является сердечно-сосудистая недостаточность [86]. Возрастает также число случаев, которые хотя и не кончаются гибелью, но приводят к тому, что животных приходится убивать сразу же после транспортировки. Но и эти случаи означают ухудшение качества мяса.

и финансовые убытки. Дальнейшие потери обусловлены ухудшением убойных качеств свиней, которые поступают на убой в состоянии стресса. Нельзя, однако, сказать, чтобы потери росли только среди откормочных свиней. Падеж племенных хряков с 1962 по 1967 г. тоже повысился на 84 %.

Создается впечатление, что по мере повышения способности к образованию мускулатуры, устойчивость к нагрузкам у животных снижается. Если это так, то возникает вопрос, не обусловили ли селекционные успехи такое направление развития, которое в других отношениях окажет отрицательное влияние. Если мы сравним цели племенной работы в свиноводстве и в других отраслях животноводства, то бросается в глаза, что при селекции свиней почти не играют никакой роли такие особенности, как приспособляемость и устойчивость, т. е. характерные критерии конституции. Свиней содержат почти исключительно в помещениях, и все усилия направлены на оптимизацию микроклимата с целью снизить до минимума потери энергии и сделать откорм как можно более рентабельным.

В то же время стремятся создать такие условия содержания, которые сводили бы к минимуму возможность инфекций. Однако эти меры одновременно сводят к минимуму и возможность естественного отбора, который мог бы хоть частично заменить искусственный отбор, направленный на укрепление конституции.

До какой степени может в этом направлении действовать искусственный отбор, видно из наблюдений над чешскими породами свиней, где требования к конституции (крепкий костяк, правильная прочная постановка конечностей) иногда даже преувеличены по сравнению с требованиями к конституции датского ландраса, которые при селекции на повышение убойных качеств были минимальными. Эти различия особенно наглядны в крупных откормочных хозяйствах, где разводят свиней обеих пород.

Наибольшая жизнеспособность и наибольший интерес к корму наблюдаются у помесей, затем у свиней белой длинноухой породы и последними идут к кормушкам (при поочередном подходе) свиньи породы ландрас.

Большинство конституциональных недостатков, которые сейчас причиняют больше всего хлопот в свиноводстве, вытекает из анатомических и физиологических осо-

бенностей этого
пенсировать со
другие же треб
тем отбора. Н
стей специфич
племенной ра
Унхельм [258]

СЕРДЕЧНО-СОСУ

Большие труд
но-сосудистой
стей, которые
отношении дел
свиней! Если
гана в значит
тельность, то
плохое. Масса
ла меньше, ч
или у лошади
ся менее удо
длины тулови
ра оказала в
больше ухудш
сой сердца:
вынуждено п
сердце сальн

Нередко
свиньи набл
дегенерации
лиев [158].

В отнош
свиней дел
животных.
вают, что е
тола) в 2 р
фаза (систе
кровь из же
ственным в
отдыха сос
50 % серде

бенностей этого вида животных. Одни из них можно компенсировать созданием благоприятных условий среды, другие же требуют более глубокого вмешательства путем отбора. Нужно сказать, что часть этих особенностей специфична для вида и не зависит от направления племенной работы. Эти проблемы анализировал Унхельм [258].

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Большие трудности обусловлены лабильностью сердечно-сосудистой системы свиней. Это одна из тех особенностей, которые характерны для вида в целом, и в этом отношении дело обстоит неблагоприятно также у диких свиней¹. Если исходить из предпосылки, что масса органа в значительной степени определяет его производительность, то сердце свиньи приходится оценить как плохое. Масса сердца у свиньи по отношению к массе тела меньше, чем, например, у крупного рогатого скота или у лошади, в силу чего этот показатель представляется менее удовлетворительным. Селекция на увеличение длины туловища и изменение соотношения мяса и жира оказала влияние не только на статику тела, но и еще больше ухудшила соотношение между массой тела и массой сердца: сердце свиньи современного мясного типа вынуждено перегонять большее количество крови, чем сердце сальной свиньи.

Нередко случается, что в сердце здоровой на вид свиньи наблюдаются болезненные изменения в форме дегенерации сердечной мышцы или сердечных ганглиев [158].

В отношении функциональной способности сердца у свиней дело обстоит тоже хуже, чем у других видов животных. Электрокардиографические записи показывают, что если, например, у мыши фаза отдыха (диастола) в 2 раза дольше, чем следующая за ней рабочая фаза (систола), во время которой сердце выталкивает кровь из желудочков в сосуды, то свинья является единственным видом домашних животных, у которых фаза отдыха составляет менее 50 %, а рабочая фаза более 50 % сердечной деятельности, отчего сердце оказывается

¹ С точки зрения животновода. — Прим. ред.

систематически перегруженным. Чрезвычайно неблагоприятны эти соотношения у пьетренских свиней.

Объем крови у свиней относительно меньше, чем у лошадей или крупного рогатого скота, к тому же она гуще, что предъявляет более высокие требования к работе сердца и представляет еще одну нагрузку для сердца свиньи, и без того слабого.

Известна также большая чувствительность свиней к высоким температурам, которая объясняется наличием у них изолирующего слоя жира и недостаточной способностью организма охлаждаться посредством потоотделения. Из-за этого частота пульса у свиней повышается уже при температурах около 30°C , которые часто можно зафиксировать в транспортных средствах, особенно в летние месяцы. В этих условиях еще более ухудшается и без того неблагоприятное (даже в нормальных условиях) соотношение между систолой и диастолой. Поэтому не случайно в жаркие месяцы у свиней отмечается повышенное число случаев сердечной недостаточности.

СИСТЕМА ПЕРЕДНЯЯ ДОЛЯ ГИПОФИЗА — НАДПОЧЕЧНИКИ

Как показывают результаты многочисленных исследований, именно в жаркий период функциональная способность системы передняя доля гипофиза — надпочечники, обеспечивающая организму защиту от действия стрессов, понижена. В то же время создается впечатление, что интенсивная селекция на откормочные и убойные качества неблагоприятно повлияла на эффективность этого защитного адаптационного механизма. Эту гипотезу высказал на основании многих экспериментальных данных Людвигсен [159]. У свиней в последние десятилетия развилась замечательная способность к производству нежирных туш и к высоким суточным привесам, так называемая способность к высокой ретенции азота или синтезу белков. Для них характерна высокая активность гормона роста (СТГ). Анаболический эффект этого гормона, как известно, препятствует выработке адренокортикотропного гормона и кортикостероидных гормонов коры надпочечников, которые оказывают в основном катаболическое действие. Конечно, гормональная активность гипофиза не является неограниченной. Преимущество, отдаваемое при отборе особям с высокой эффек-

тивностью роста
нию типа свиней
вать на стресс
мер, транспор

ПСИХИЧЕСКАЯ

Характерной
чувствительно
к примеру, св
оттуда выбра
чтобы освобод
дет себя пря
нуть [17]. Пр
группах раз
привести к я
свиней была
от содержания
ших группах
в больших т

СЛАБОСТЬ КО

Еще одна
мере роста
название «
ется в том,
ле они хро
тижении
вставание
ны. На да
воспалител
ностей, ос
суставов.

Во мно
ние костн
на позво
же на ко
Относ
вует мно
иболее в
причин,
наследст
ность ро

тивностью ростового гормона, способствовало выведению типа свиньи, мало способной эффективно реагировать на стрессовые ситуации, какими являются, например, транспортировка или высокая температура.

ПСИХИЧЕСКАЯ ЛАБИЛЬНОСТЬ

Характерной особенностью свиней является также их чувствительность к психическому возбуждению. Если, к примеру, свинья застрянет в узком месте и не может оттуда выбраться, она прилагает все усилия к тому, чтобы освободиться. Если это не удастся, животное ведет себя прямо-таки истерически и может даже погибнуть [17]. При больших концентрациях животных в группах различные психические раздражения могут привести к явлениям массовой истерии. Эта особенность свиней была одной из причин, заставившей отказаться от содержания откормочных животных в слишком больших группах; она играет роль и при перевозках, особенно в больших транспортных средствах.

СЛАБОСТЬ КОНЕЧНОСТЕЙ И ДЕФОРМАЦИЯ КОСТЕЙ

Еще одна особенность, встречающаяся все чаще по мере роста способности к образованию мяса, получила название «слабости конечностей». Внешне она выражается в том, что свиньи садятся на зад по-собачьи. Вначале они хромают, задние конечности напряжены. По достижении определенной массы можно заметить, что вставание и передвижение для них тяжелы и болезненны. На далеко зашедшей стадии появляются типичные воспалительные изменения на суставах тазовых конечностей, особенно в области скакательного и пяточного суставов.

Во многих случаях к этому присоединяется образование костных разражений не только на конечностях, но и на позвонках и ребрах, а в запущенных случаях — также на костях черепа.

Относительно появления таких деформаций существует много более или менее обоснованных гипотез. Наиболее вероятным кажется участие в этом нескольких причин, из которых в первую очередь нужно упомянуть наследственное предрасположение, высокую интенсивность роста и специфику условий содержания, способ-

ствующих развитию этих изменений. Первой и, пожалуй, довольно существенной причиной может быть изменение статики и динамики костяка свиней, обусловленное увеличенной длиной их туловища и постановкой тазовых конечностей.

Если исходить из того факта, что повышение частоты деформаций суставов идет параллельно с повышением способности к образованию мяса, то для нас представляют весьма большой интерес эксперименты, в которых изучалась связь между активностью гормона роста (СТГ) и вызванной им повышенной ретенцией азота, с одной стороны, и изменениями скелета — с другой. Рейнхардт и Ли упоминают об изменениях типа артритов у свиней с удаленными гонадами и гипофизом, которым длительное время вводили гормон роста. Аналогичный опыт провели также Аслинг и др. (цит. по [240]). Наряду с повышенной интенсивностью роста, которая проявилась и у животных старшего возраста, они отметили также изменения скелета и суставов. Причину этого авторы видят в стимуляции остеобластов (клеток, из которых образуется костная ткань) соматотропным гормоном. В нормальных условиях эти клетки после достижения животным половой зрелости постепенно прекращают свою деятельность, однако под влиянием нефизиологически высоких доз соматотропного гормона они могут вновь активизироваться и в некоторых случаях вызвать непропорциональный рост костей или образование костных разрастаний. Избыточное образование соматотропного гормона у человека приводит, как известно, к акромегалии (чрезмерно высокому росту). Тот факт, что во всех трех случаях — у крысы, человека и свиньи — происходят изменения одних и тех же частей скелета, подтверждает предположение, что и у свиней одной из причин упомянутых изменений скелета является избыточное образование соматотропного гормона. Однако эта гипотеза еще нуждается в подтверждении.

ПРОЖОРЛИВОСТЬ

К конституциональной слабости свиней присоединяются и другие особенности, умышленно созданные у них человеком. Как известно, модификации поведения тоже можно достигнуть посредством селекции. Свиноводы уже

давно отметили, что свиньи, поедающие тем же количеством корма, очень велика. Слой жира в два раза больше. Это ухаживает за температурой.

НЕДОСТАТОК У

Повышенной нагрузкам специальной техники точная тренировка соображениям, но пространств, площади, жек, попытки стремление к лучшему и при минимуме. Отсутствуют, которые, неровности, адаптация, транспортировка, ставляют серьезные проблемы через гуморальную тему.

Пожалуй, одной из причин, почему хозяйства не могут в полной мере реагировать на время

давно отметили прожорливость свиней и отдавали предпочтение тем животным, которые охотно и с аппетитом поедали корм. Поэтому у современных пород свиней очень велика опасность переедания.

Слой жира у свиный современного типа по крайней мере вдвое тоньше, чем в прошлом, щетина тоже поредела. Это ухудшило теплоизоляцию, что обусловило повышенную чувствительность свиней к колебаниям температуры.

НЕДОСТАТОК УПРАЖНЕНИЙ

Повышенной чувствительности свиней к различным нагрузкам способствуют и некоторые элементы современной техники содержания. Это в первую очередь недостаточная тренировка двигательного аппарата. По многим соображениям свиновод предоставляет не только откормочным, но и племенным свиньям как можно меньше пространства. Его толкает к этому стремление к экономии площади, а следовательно, и строительных издержек, попытки использовать собственное тепло животных, стремление к сокращению производственных линий и лучшему использованию питательных веществ корма при минимальной двигательной активности животных.

Отсутствует и тренировка нервной системы. Для свиней, которые большую часть жизни проводят в одном станке, нередко при тусклом освещении, где все ощущения адаптированы к стереотипным и регулярно повторяющимся стимулам, резкие перемены, связанные с транспортировкой или пребыванием на бойне, представляют собой шоковые состояния. Возникают нежелательные реакции центральной нервной системы, которые через промежуточный мозг распространяются на гуморальные механизмы и вегетативную нервную систему.

Пожалуй, есть основания говорить и о недостаточной тренировке пищеварительного аппарата. При высокой концентрации животных в современных крупных хозяйствах кормят их весьма регулярно кормами одинакового состава и одинаковой консистенции. Питьевая вода предоставляется вволю и в любое время. Воспитанные в таких условиях животные очень чувствительно реагируют на недостаток воды и прочие неудобства во время транспортировки. К тому же перекармливание

труднопереваримым кормом, которое, к сожалению, еще часто практикуется перед сдачей свиней на бойню, причиняет им большие физиологические затруднения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ О РЕАКЦИИ ОРГАНИЗМА НА СТРЕССОРЫ В ПРАКТИКЕ ЖИВОТНОВОДСТВА

Зная реакции организма на различные раздражители, мы можем управлять ими и использовать их для достижения лучших результатов в производстве животноводческой продукции. В некоторых случаях оказывается целесообразным ослабить реакцию организма на стресс, например в тех случаях, когда чрезмерная секреция адаптационных гормонов угнетает функции прочих желез внутренней секреции. С другой стороны, при некоторых условиях защитная реакция организма на стрессовые ситуации слишком слаба, в результате чего ущерб возникает именно из-за недостатка адаптационных гормонов. В этом случае желательно стимулировать секрецию адренокортикотропного гормона и образование кортикоидов в надпочечниках.

Для ослабления отрицательного влияния различных нагрузок на животных можно применять различные медикаментозные средства. Начало этому было положено в Америке. К важнейшим из этих средств относятся метимидазол, резерпин, гидроксизин, хлорпромазин, трифтормепразин, мепробамат и многие другие, отличающиеся друг от друга либо химическим строением, либо только фирменными названиями. Медицине они известны уже давно под общим названием транквилизаторы. В ветеринарии может использоваться прежде всего их седативное действие, и их можно давать животным главным образом для успокоения.

При испытании некоторых транквилизаторов в предварительных опытах для определения дозы, необходимой для получения седативного эффекта, отмечалось также их стимулирующее влияние на рост. Обычно для этого требовались дозы, значительно меньше тех, при которых наступает седативный эффект. Механизм действия транквилизаторов при даче с кормом недостаточно выяснен. Предполагают, что при использовании этих веществ в меньших дозах их эффект объясняется не снижением активности животных, а воздействием через

нервную систему на пищеварительные и ассимиляционные ферменты [55].

Эффект дачи транквилизаторов неоднозначен. Халама [90] при даче откормочным быкам 2,5 мг гидроксизина в сутки отметил повышение привесов на 27 %. Группа, которой давали транквилизатор, имела суточный прирост массы 1540 г, тогда как контрольная группа только 1260 г. Автор ссылается на Парсонса и др., которые при аналогичных дозах того же препарата получили при откорме волов повышение прироста массы на 19,5%. Колумбус и Апельт [55] добавляли к рациону откормочных быков ежедневно 5 мг гидроксизина с торговым наименованием «Тран Ку», что улучшило прирост массы на 12 %, а использование корма на 9 %. Создается впечатление, что у животных, получавших транквилизаторы, отложение межмышечного жира было более высоким.

Сообщалось также об опытах на жвачных, когда дача транквилизаторов не оказывала заметного влияния ни на интенсивность роста, ни на использование корма [108, 127, 254]. Тангль [252] испытывал венгерский препарат триоксазин на откормочных быках и свиньях. Ни у тех, ни у других не отмечено достоверного влияния препарата на величину прироста массы. Однако он оказывал положительное влияние в том случае, если его применяли однократно в дозе 1200 мг перед транспортировкой свиней. Потери снизились при этом примерно на 10 %.

Обычно указывают на более значительные возможности применения транквилизаторов в скотоводстве. На свиньях, возможно, именно из-за малой устойчивости последних к нагрузкам, эти препараты не оправдали себя ни в период откорма, ни при отъеме. Применение в больших дозах угнетающе действовало на рост.

Лучше всего зарекомендовали себя транквилизаторы при применении для профилактики психического стресса. Животные подвергаются такого рода нагрузкам не только при транспортировке, но и при внутрихозяйственных перемещениях, в условиях перенаселенности помещений или в период отъема. Транквилизаторы препятствуют повышенному выделению адренокортикотропного гормона и помогают ослабить его нежелательное катаболическое действие. Инъекциями транквилизаторов перед транспортировкой убойных животных можно снизить не только потери массы, но иногда и падеж. У телят, кото-

рым перед отъемом давали транквилизаторы, отмечались более высокие привесы. Однако дальнейшие дачи транквилизаторов или повышение их дозы ухудшают поедаемость корма, что влечет за собой снижение привесов [74].

Устойчивость организма к экстремальным стрессовым нагрузкам можно повысить дачей так называемого противострессового корма. С этим кормом организм получает больше витаминов и антибиотиков, чем их требуется в нормальных условиях, и поэтому животное способно лучше перенести действующие на него нагрузки.

Последние опыты в этом направлении, проведенные в США, указывают на возможность противодействия неблагоприятному влиянию различных стрессов и другим путем. В опытах на лабораторных животных Левин [151] установил, что крысы, которые в начале жизни подвергались шоковому воздействию и другим стрессам, развивались нормально и в дальнейшем сохранили способность хорошо справляться со стрессами. Наоборот, животные, которые в молодом возрасте не получали стимуляции, вырастали слабыми и отличались лабильным поведением. В зрелом возрасте эти две группы сильно отличались по реакциям системы гипофиз—надпочечники на стресс. Животные, которые стимулировались в молодом возрасте, давали немедленную и эффективную гормональную реакцию, не стимулировавшиеся животные реагировали медленно и менее эффективно.

Эти эксперименты говорят о дальнейших возможностях регулирования деятельности адаптационных механизмов. Однако нужно иметь в виду, что реакции животных очень индивидуальны и что в этой области требуется еще много усилий и времени для получения новых результатов.

Наиболее эффективной мерой против вредного воздействия экзогенных факторов будет, несомненно, создание для животных такой среды, в которой возникало бы как можно меньше стрессовых ситуаций. Кроме того, при селекции понадобится учитывать наряду с непосредственными критериями продуктивности и такие особенности, которые способствуют более высокой эффективности адаптационных механизмов и создают предпосылки для обеспечения высокой выносливости животных в случае отклонения условий их содержания от нормы.

Овцы от
низация ж
ществены
ла в проти
бенностями
их одомаш
запамятны
рассчитыв

Если ж
ров, то ос
трация ж
стадные,
дами, но
случаях о
сят перех
Очень ин
Чумливск
из 296 ов
племенн
бу содер
в основн
привыкл
месяцев
81%. 18

1 Бол
атмон) о
гона они
3 взросль
держатся
ных. Пос
крупные
гона жив
Прим. ре

14 Заказ

НАГРУЗКИ, ВЫЗЫВАЕМЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ СОДЕРЖАНИЯ ОВЕЦ

ПОВЕДЕНИЕ ОВЕЦ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СОДЕРЖАНИЯ

Овцы относятся к тем животным, для которых модернизация животноводства во всем мире не изменила существенным образом способов содержания и не вступила в противоречия с естественными биологическими особенностями, сложившимися у этих животных до начала их одомашнивания. Овцы содержатся на пастбище с незапамятных времен, и на этот способ содержания нужно рассчитывать и в будущем.

Если же речь идет о появлении тревожащих факторов, то основной причиной является повышенная концентрация животных. Хотя овцы от природы животные стадные, их с успехом можно содержать не только стадами, но и группами и индивидуально¹. Однако во всех случаях овцы, особенно взрослые особи, тяжело переносят переход от одного способа содержания к другому. Очень интересны наблюдения в этом отношении сделал Чумливский [62]. Он наблюдал за стадом, состоящим из 296 овец шумавской породы, которых скупили для племенных целей из мелких хозяйств. К стадному способу содержания сразу же приспособилось лишь 5 % овец, в основном ягнята в возрасте до 1 года. Через 3 месяца привыкло уже 24 % овец, через 6 месяцев — 41, через 9 месяцев — 59, через 12 месяцев — 74 и через 15 месяцев — 81 %. 18 % овец вообще не приспособились к новому спо-

¹ Большие (до 200—400 голов) стада диких баранов (*Ovis ammon*) образуются в основном вне периода размножения. В период гона они распадаются на более мелкие группы, включающие от 1 до 3 взрослых самцов и от 8 до 23 самок. Перед родами самки нередко держатся поодиночке или небольшими группами — до 10—15 животных. После родов самки с детенышами объединяются во все более крупные «детные» стада, а самцы в это время и вплоть до начала гона живут отдельно, в составе самцовых стад разной величины. — Прим. ред.

собу содержания. На пастбище стадо не удавалось удерживать вместе даже с помощью хорошо обученных собак. При содержании в овчарне некоторые овцы вплоть до выбраковки отделялись от стада и даже уводили ягнят в индивидуально предпочитаемые отдаленные места. Столь же неблагоприятно влияет на овец и переход от стадного способа содержания к индивидуальному.

ПАСТЬБА

Главное значение овцеводства состоит в том, что оно позволяет использовать площади, недоступные для транспортных средств и почвообрабатывающих машин. Такие площади находятся в низинах и горных местностях. Большой частью их используют для вольной пастбы овец под надзором человека.

При пастбе все стадо расчленяется на меньшие, самостоятельно пасущиеся группы по 10—30 животных. О взрослых овцах можно сказать, что они при пастбе в течение дня более активны, чем купный рогатый скот, и пасутся, как правило, дольше. Порциг и Цако [206], основываясь на данных многих авторов, указывают, что при хорошем качестве пастбищной растительности овцы пасутся около 9 часов в сутки, главным образом в период с 7 до 19 часов. На худшем пастбище продолжительность пастбы удлиняется иногда до 12 часов. Ночью овцы пасутся лишь тогда, когда пастбищная растительность плоха или когда днем очень жарко. Чем больше подкормки животные получают в помещениях, тем меньше они пасутся. Матки с ягнятами пасутся дольше.

Для отдыха овцы выбирают места с наиболее густой травой. Перерывы между пастбой они делают очень регулярно. Средняя продолжительность отдыха лежа составляет от 11,5 до 13 часов в сутки.

Необходимо, чтобы овцы могли хоть один раз в день хорошо напиться, лучше всего незадолго до полудня или в полдень. Если они не получают воды, то и съедают меньше корма.

Недостаток воды особенно вреден в жаркую сухую погоду, если животные к таким условиям недостаточно адаптированы.

На небольших пастбищах овцы могут за день пройти 1,5—3,5 км, а на обширных — до 11 км. К этим дальним

переходам овцы
затраты энергии
Особенно они ув
падами высот [2
Вольная паст
как и в других
тает загонная
При этом сп
новых условиях
пастбы под на
дения двигать
животным, кото
танный корм. И
в ряде случаев
нетронутыми. П
мо отводить до
движения потре
вом содержани
правильном от
привесы и вых
отметить, что п
загона результ
Сауткотт и
ком большие
бегают и мен
возрастает опа
шается ботани
что овец (с то
считать хорош
ся, пользуясь
растения у са
перебирать ра
большие треб
торые растен
отдельные ви
пастбище не
го, овцы бла
пастбище сил
Загонный спо
временных сп
ются, что од
паразитов.

переходам овцы тоже должны приспособиться, так как затраты энергии в таких условиях почти удваиваются. Особенно они увеличиваются в местности с резкими перепадами высот [253].

Вольная пастьба весьма трудоемка, поэтому в ЧССР, как и в других странах, все большее значение приобретает загонная пастьба.

При этом способе пастьбы животные оказываются в новых условиях по сравнению с традиционным способом пастьбы под надзором чабана. Для овец характерна тенденция двигаться синхронно со всем стадом. Поэтому животным, которые идут последними, достается затоптанный корм. Иногда и его остается недостаточно, хотя в ряде случаев некоторые части загона остаются вообще нетронутыми. Поэтому для пастьбы животных необходимо отводить достаточно большую площадь. Во время движения потребности животных выше, чем при стойловом содержании, с чем тоже нужно считаться. При неправильном отношении величины загона к его нагрузке привесы и выход шерсти у овец снижаются. Необходимо отметить, что при большей нагрузке на единицу площади загона результат получается лучшим [257].

Сауткотт и др. [238] не рекомендуют устраивать слишком большие загоны. В этом случае животные больше бегают и меньше пасутся. С увеличением размеров стада возрастает опасность распространения паразитов, ухудшается ботанический состав травостоя [43]. Дело в том, что овец (с точки зрения эффективности пастьбы) нельзя считать хорошими пастбищными животными. Они пасутся, пользуясь губами и зубами, и потому могут скусывать растения у самой земли, кроме того, они могут хорошо перебирать растения. Но эта их «техника» предъявляет большие требования к пастбищу. Овцы выбирают некоторые растения так последовательно и тщательно, что отдельные виды могут совсем исчезнуть, особенно если пастбище не получает достаточного «отдыха». Кроме того, овцы благодаря малой площади копыт вытаптывают пастбище сильнее, чем, например, крупный рогатый скот. Загонный способ пастьбы лучше всего оправдал себя на временных пастбищах, которые впоследствии распахиваются, что одновременно препятствует распространению паразитов.

СОЦИАЛЬНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

Овцы — это сугубо стадные животные. Тем не менее стадо нередко подразделяется на множество мелких групп (по 10—20 голов). В пределах стада эти группы имеют очень хороший взаимный контакт [226].

Овца — животное очень осторожное. Во время пастбы она часто поднимает голову и таким образом очень быстро замечает опасность. Тогда все животные прекращают пастбу и принохиваются. Эта реакция быстро распространяется внутри стада. Животные становятся беспокойными, стремятся к середине стада и тесно прижимаются друг к другу. Все они принохиваются, у многих начинается мочеотделение. Такое поведение овец в момент грозящей им опасности облегчает собакам конвоирование и охрану стада.

О сильно развитом стадном чувстве у овец свидетельствует и тот факт, что соединить два стада очень трудно [103].

СОЦИАЛЬНОЕ РАНЖИРОВАНИЕ

Социальное ранжирование у овец слабо выражено. Даже в стадах, которые организованы в естественных условиях, можно лишь изредка наблюдать драки. Иногда наблюдаются игровые драки, которые могут перейти в более серьезный конфликт.

Во время случного сезона дерутся между собой бараны, и нередко довольно упорно. Никогда не бывает, чтобы одна группа дралась с другой. Никакого территориального поведения у овец не наблюдалось [206].

ЛИДЕРСТВО В СТАДЕ

У домашних овец, как и у муфлонов, функцию ведущего животного берет на себя та овцематка, у которой больше всего потомства [227]. Дело в том, что у потомства преобладает тенденция следовать за матерью. Известная сплоченность стада овец проявляется и в том, что если ведущее животное по какой-либо причине не может вести стадо, то его функцию сейчас же берет на себя другое.

Особое положение в стаде овец занимает чабан и пастушья собака, которые для овец являются важными

элементами среды. В зависимости от обращения с овцами, чабан может действовать на овец либо успокаивающе — как защитник и вожак, либо как стрессор, и в последнем случае животные его боятся. При хорошем контакте с животными чабан руководит стадом при помощи голосовых команд и овцы идут на его зов в незнакомых и опасных ситуациях, а также «подзывают» его при ягнении. Во втором случае он действует на стадо угнетающе, животные беспокоятся, пугаются и при его приближении стараются уйти. Такие отношения могут сложиться также между овцами и пастушьей собакой. Как правило, собаки крупных пород вызывают у овец более или менее выраженный стресс. Эти собаки довольно грубы с овцами, особенно с маленькими шаловливыми ягнятами. Для сопровождения отары во время пастбы больше подходят породы собак средней величины, но в отдаленных местностях крупные собаки служат превосходными защитниками стада.

ПОНЯТЛИВОСТЬ

Овцы мало понятливы, они зачастую не справляются с очень простыми задачами. Например, они отказываются входить в один и тот же загон, если в нем переставлена калитка. С возрастом понятливость еще более слабеет. В то же время ягнята очень хорошо запоминают пастуха, взрослые животные различают некоторые цвета и геометрические фигуры, а через две недели обучения они правильно реагируют на произнесение человеком присвоенного им номера [85].

ПОМЕЩЕНИЯ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ОВЕЦ

Учитывая неприхотливость овец к условиям содержания, новые объекты проектируются дешевыми, со сравнительно простым техническим оснащением, особенно для задачи корма. И сейчас и в будущем ориентируются в основном на содержание овец на глубокой подстилке. Лишь для районов с недостатком соломы принимается в расчет возможность содержания на щелевых полах, однако пока еще трудно сказать, какое влияние это окажет на здоровье животных.

Если животные имеют возможность свободного выбора, то в спокойную погоду в течение дня 73 % овец на-

ходится на выгуле. Ночью количество животных на выгуле уменьшается до 57%, причем 20% их лежат у дверей с внутренней стороны, а остальные по всей площади овчарни.

В худшую погоду в помещении находятся 58% овец, причем 27% недалеко от выхода. В очень плохую погоду ищут убежища в овчарне 80—90% животных, остальные держатся на выгуле кучками, стоя с опущенными к земле головами, направленными внутрь группы. Лишь 2—3% овец остаются спокойно лежать на выгуле. И только тогда, когда плохая погода держится долго, все овцы покидают выгул и ищут убежище в тех частях овчарни, которые лучше всего проветриваются. Аналогичное поведение у овец можно отметить и в те периоды, когда выгул занесен снегом [62].

МИКРОКЛИМАТ В ОВЧАРНЕ

Хотя овцы очень нетребовательны к условиям среды, для получения оптимальной продуктивности в период стойлового содержания животным необходимо создавать определенные условия микроклимата.

При строительстве объектов для овец нужно обеспечить такую теплоизоляцию, чтобы зимой температура в овчарне не опускалась ниже $+3^{\circ}\text{C}$, а в период ягнения — ниже $+8^{\circ}\text{C}$; летом в помещении температура никогда не должна быть выше температуры наружного воздуха. Дворжак и Кекк [69] рекомендуют для отдельных категорий овец следующие температуры в помещениях (табл. 7).

Таблица 7

Рекомендуемые температуры в помещениях для разных категорий овец

Категория животных	Наружная температура -10°C	Минимальная температура	Оптимальная температура
Смешанное стадо	8— 10°C	8°C	10— 12°
Отделение для ягнения	8— 10°C	8°C	12— 14°
Ярки в возрасте 12 месяцев	8— 10°C	8°C	10— 12°
Бараны	6— 8°C	3°C	8— 10°
Валухи	6— 8°C	4°C	8— 12°

Важными элементами микроклимата в овчарне являются также концентрация CO_2 , которая не должна пре-

вышать 0,3 объемного процента (особенно в период ягнения и подсосного содержания ягнят), и относительная влажность воздуха, которая должна быть не выше 80 %. При более высокой влажности шерсть животных, находящихся в помещении, тоже отсыревает, причем им требуется много дополнительного тепла для обсушивания, в связи с чем увеличивается и потребление корма. Если овцы содержатся в условиях повышенной влажности в течение всей зимы, их шерстная и мясная продуктивность неудовлетворительна. Кроме того, это отрицательно влияет и на развитие эмбрионов. Влажность воздуха способствуют распространению парши и других кожных болезней. Шерсть утрачивает прочность, выпадает, окрашивается под влиянием аммиака и высокой концентрации CO_2 в желтый цвет, а иногда сваливается, что снижает ее качество.

Для сохранения желательного микроклимата в овчарне помещение нельзя перенаселять. Для содержания овец различных категорий установлены следующие нормы площади пола на одну голову (м^2):

матки мелких пород с ягненком до отбивки .	1,3
матки крупных пород с ягненком до отбивки	1,5
ярки и валушки после отбивки или молодняк	0,7—0,9
бараны (при групповом содержании)	2,0

Высота овчарни должна быть такой, чтобы на одну овцематку с ягненком до 1 года приходилось $4,5 \text{ м}^3$ воздушного пространства, а на ягненка после отбивки или в возрасте 1 года — $3,8 \text{ м}^3$.

МАШИННОЕ ДОЕНИЕ

В наших условиях, где сохранилась традиция производства овечьих сыров, особой проблемой является доение овец. Введение машинного доения повышает не только производительность труда, но и гигиену получения молока и делает работу более чистой и легкой.

Можно сказать, что во всем мире машинное доение овец находится в стадии разработки. Больше всего в этом направлении работают во Франции, Израиле, Болгарии, работа ведется и во многих других странах. Некоторые страны провели испытания оборудования шведской фирмы «Альфа-Лаваль».

Передвижная доильная установка сконструирована и в ГДР, в народном предприятии «Эльфа». В большинстве случаев импортные машины приходится приспособлять к местным условиям.

В Чехословакии оборудование для доения овец было сконструировано на заводе сельскохозяйственных машин в Пельгржимове по проекту Научно-исследовательского института овцеводства в Тренчине; теперь оно уже производится серийно. Сотрудники института провели испытания доильной установки и в производственных условиях [179].

РЕАКЦИЯ ОВЕЦ НА МАШИННОЕ ДОЕНИЕ

В первые дни машинного доения животные были очень беспокойны, ложились в доильном станке, не хотели стоять в боксе, не позволяли надевать доильные стаканы и сбрасывали их. При первой дойке 12 % животных задержали молоко, и их пришлось выдаивать вручную. На пятый день овцы были уже спокойнее, а за 10—12 дней они вполне привыкли к машинному доению.

СОСТОЯНИЕ ВЫМЕНИ И ЕГО ПРИГОДНОСТЬ ДЛЯ МАШИННОГО ДОЕНИЯ

Овцы с более тонким эпидермисом реагируют на переход к машинному доению небольшой гиперемией и опуханием верхушки соска. Постепенно состояние их улучшается.

Ввиду того, что среди овец никогда не велась селекция на пригодность вымени к машинному доению, у многих животных вымя оказалось непригодным для машинного доения (малое, с короткими конусовидными и добавочными сосками). У многих животных после машинного доения в вымени остается значительное количество молока, и во избежание заметного снижения продуктивности их приходится додаивать вручную (особенно в начале лактации). В будущем и в овцеводстве понадобится дополнять критерии селекции показателями, которые характеризуют пригодность вымени к машинному доению.

МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ НАГРУЗОК

Из всего изложенного выше становится ясно, что стресс может вызываться самыми различными внешними влияниями, которые в конечном итоге действуют практически на все ткани организма и на все его функции. Это позволяет выявлять действие стрессоров по многим показателям. Можно предполагать, что последние влияют:

- на количество продукции (например, на рост, увеличение (или уменьшение) линейных размеров или массы, молочную или шерстную продуктивность, яйценоскость);
- на качество продукта (содержание жира в молоке, распределение жира в мясе, толщина скорлупы);
- на поедаемость корма и его использование;
- на размножение (плодовитость, качество и количество семени, продолжительность течки и ее проявление, продолжительность полового цикла);
- на смертность и заболеваемость.

Однако выявление факторов, влияющих на эти показатели, зачастую затруднительно, поскольку не всегда ясно, каким должно быть «нормальное состояние», какое кормление можно считать «нормальным», каков «нормальный» микроклимат и когда соответственно само животное «нормально».

Еще один недостаток перечисленных показателей состоит в том, что влияние стрессора обычно проявляется не сразу, а это увеличивает возможность комбинированного действия нескольких нагрузок. Поэтому для оценки действия стресса чаще используются такие показатели, которые сразу изменяют реакции животных. Это, во-первых, поведение животных, во-вторых, изменения некоторых физиологических показателей (например, частоты пульса и дыхания, физиологического или химического состава крови или мочи и т. д.).

МЕТОДЫ ЭТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Поведение — это последовательность процессов, которые протекают в организме в форме определенных, свойственных ему закономерностей по отношению к среде. Поведение животных является эффективным адаптационным механизмом. Если условия среды долго остаются неизменными, характер поведения стабилизируется, создавая основу сравнительно устойчивого режима. Но как только условия резко изменяются и выходят за пределы определенного интервала толерантности, изменения в поведении являются первой легко распознаваемой реакцией живых организмов на это преобразование среды. Сравнивая эти реакции с поведением в обычных условиях, к которым животные привыкли, можно судить о том, в благоприятном или неблагоприятном направлении изменились условия среды. При описании поведения удобно рассматривать три уровня его организации.

1. Организация на уровне элементов поведения. Элементом поведения можно назвать движение того или иного органа. Элементы поведения нерационально разлагать на более простые единицы.

2. Организация на уровне элементарных комплексов поведения. Последние представляют собой ряд элементов поведения, непосредственно следующих друг за другом во времени. Элементарным комплексом можно считать последовательность движений головы, конечностей или какой-либо другой части тела.

3. Организация на уровне основных категорий активности. К основным категориям активности относятся передвижение в пространстве (локомоция), различные формы отдыха (покой, сон). Чем выше стоит организм на эволюционной лестнице, тем большему расчленению поддается активность. К важнейшим видам активности относятся также прием корма или воды, процесс жвачки, дефекация и мочеиспускание, половая и социальная активность и т. д.

До сих пор основным методом изучения поведения служат непосредственные наблюдения. В ряде случаев желательно наблюдать за животными непрерывно на протяжении всех 24 часов суток и отмечать при этом все виды их активности в расчете на единицу времени. Но этот метод очень трудоемок и сильно утомляет наблюдателя. Когда животных содержат без привязи, один

человек способен регистрировать поведение только одного животного; если животные привязаны, наблюдатель может следить за двумя, максимум за тремя особями, если они находятся близко друг от друга. Кроме того, непрерывное двухчасовое наблюдение утомляет наблюдателя настолько, что он уже не в состоянии достаточно сосредоточиться. Поэтому всегда желательно присутствие двух наблюдателей, которые время от времени сменяют друг друга.

Таким способом можно получить полные сведения лишь о небольшом числе животных. Поэтому чаще делают так называемые выборочные регистрации поведения, при которых фиксируются данные по целой группе (табл. 8). Через определенные интервалы (5, 10 или 15 минут) отмечается, какая часть из находящихся под наблюдением животных лежит, стоит, принимает корм и т. д. (разумеется, фиксируются те виды деятельности, которые интересуют наблюдателя). Установлено, что результаты, полученные этим способом, лишь незначительно отличаются от тех, которые собраны путем непрерывного наблюдения. При 15-минутных интервалах отклонения составляют максимум 2% [222].

Этим способом можно изучать одновременно до 50 животных. Однако при этом ускользают от внимания непродолжительные реакции (например, питье, акт мочеиспускания или дефекации) или такие, которые трудно видеть непосредственно (например, процесс жвачки). Если необходимы сведения и об этих проявлениях жизнедеятельности, то целесообразно дополнить этограмму, составленную на основании групповых снимков, данными, полученными путем непрерывного наблюдения за отдельными животными (табл. 9).

Этограмму необходимо дополнить протоколом с данными об условиях среды; из этих данных должно быть ясно, к каким условиям был приурочен описанный суточный режим. Сюда входят дата и место наблюдения, данные о погодных условиях и микроклимате помещения, а также сведения о рационе и средней продуктивности в день наблюдения.

Наблюдения удобно вести с возвышенного места, откуда хорошо видно всех животных. Наблюдатель не должен двигаться и тревожить животных.

В Научно-исследовательском институте животноводства в Нитре для наблюдения сооружены специальные

Этограмма группового наблюдения за животными

Место наблюдения _____

Дата _____

Температура _____

Относительная влажность _____

Сила ветра _____

Осадки _____

Облачность _____

Среднесуточный удой _____

Порядковый номер наблю- дения	Время наблю- дения	Сектор наблюдения внутри группы										По группе в целом				
		1-й					2-й									
		лежа- ние	стоя- ние	дви- жение	прием корма	всего	лежа- ние	стоя- ние	дви- жение	прием корма	всего	лежа- ние	стоя- ние	дви- жение	прием корма	всего
1	4.00															
2	4.10															
3	4.20															
4	4.30															
	и т. д.															

Таблица 9

Этограмма наблюдений за отдельными животными

Дата наблюдения _____

Место наблюдения _____

Наблюдатель _____

Номер коровы _____

Номер лактации _____

Живой вес _____

Суточный удой _____

Структура рациона _____

221

Порядковый номер наблюдения	Интервал времени	Продолжительность наблюдения	Лежание						Стояние						Движение						Всего										
			Прием корма	Жвачка	Питье	Дефекация	Мочеиспускание	Прочее	Всего	Прием корма	Жвачка	Питье	Дефекация	Мочеиспускание	Прочее	Всего	Прием корма	Жвачка	Питье	Дефекация	Мочеиспускание	Прочее	Всего	Прием корма	Жвачка	Питье	Дефекация	Мочеиспускание	Прочее	Всего	
1																															
	4.00—5.00	1 час.																													
2																															

Этиограмма наблюдений за отдельными животными

Дата наблюдения _____

Место наблюдения _____

Наблюдатель _____

Номер коровы _____

Номер лактации _____

Живой вес _____

Суточный удой _____

Структура рациона _____

122

Порядковый номер наблюдения	Интервал времени	Продолжительность наблюдения	Лежание							Стояние							Движение							Всего						
			Прием корма	Жвачка	Питье	Дефекация	Мочеиспускание	Прочее	Всего	Прием корма	Жвачка	Питье	Дефекация	Мочеиспускание	Прочее	Всего	Прием корма	Жвачка	Питье	Дефекация	Мочеиспускание	Прочее	Всего	Прием корма	Жвачка	Питье	Дефекация	Мочеиспускание	Прочее	Всего
1																														
	4.00—5.00	1 час.																												
2																														



Рис. 37. Наблюдательная вышка для изучения поведения животных в коровнике.




Рис. 38. Наблюдательная вышка для изучения поведения животных на выгуле.

вышки, оди
гая — на в
другом те
вить врем
рованных
Особен
на пастби
на поведе
объектах.
пункта за
трактор. У
а наблюд
щество со
ности мо

Основ
состоит в
Чем их б
мы хоти
ния нуж
погоде. К
деленных
ство наб
ловиях.

При
пользова
бые фот
через 10
является
не годи
Превосх
кинока
вать не
тель до
нять ре
мент и

При
вать и
ства. Т
денны
помощ
измер
шинст
прихо
само



вышки, одна из которых расположена в коровнике, другая — на выгуле. Оба наблюдателя соединены друг с другом телефоном, так что сотрудники могут сопоставить время наблюдений и число животных, зарегистрированных в коровнике и на выгуле (рис. 37 и 38).

Особенно незаметно нужно наблюдать за животными на пастбище, где присутствие человека может повлиять на поведение животных еще больше, чем в закрытых объектах. Лучше всего в качестве наблюдательного пункта зарекомендовал себя грузовой автомобиль или трактор. Животные на пастбище легко привыкают к ним, а наблюдатель защищен от плохой погоды. Преимущество состоит и в том, что наблюдатель в случае необходимости может легко переменить место.

Основное требование к этологическому исследованию состоит в том, чтобы наблюдения регулярно повторялись. Чем их больше, тем надежнее полученные данные. Если мы хотим описать среднесуточный режим, наблюдения нужно проводить в разные сезоны и при разной погоде. Если же нас интересует суточный режим в определенных специфических условиях, наибольшее количество наблюдений нужно провести именно в таких условиях.

При этологических наблюдениях целесообразно использовать фотографическую технику. Применяются особые фотокамеры, которые автоматически делают снимки через 10- или 15-минутные интервалы. Недостатком их является малое поле зрения, в связи с чем этот способ не годится, например, для наблюдений на пастбищах. Превосходным вспомогательным средством является и кинокамера, которая позволяет непрерывно регистрировать некоторые интересные ситуации. Однако наблюдатель должен быть достаточно опытен, чтобы быстро принять решение и приступить к киносъемке в нужный момент и надлежащим образом.

При изучении поведения животных можно использовать и различные механические регистрирующие устройства. Так, Гауптман [93] применял для измерения продолжительности расстояний шагомер. Олден [4] с помощью специальных часов, помещенных на животном, измерял продолжительность пастбы. Недостаток большинства таких устройств состоит в том, что животным приходится носить определенное снаряжение, которое само по себе может повлиять на их поведение.

Более целесообразными с этой точки зрения представляются различные радиотелеметрические устройства. Регистрируемые ими сигналы могут передаваться на большое расстояние, так как присутствие наблюдателя не тревожит животных, кроме того, компоненты регистрирующего устройства достаточно миниатюрны и в случае надобности могут быть имплантированы прямо в ткани. Но даже если эти аппараты находятся на поверхности тела, они настолько малы и легки, что животное легко привыкает к ним. Путем регистрации электрических потенциалов можно изучать даже деятельность отдельных мышц. Арнольд [7] при этологических наблюдениях с успехом применял телеметрическую аппаратуру. У овец он с их помощью изучал пастбу и процесс жвачки.

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ

Резкие неожиданные нагрузки, вызывающие испуг, равно как и климатические (в особенности, температурные) стрессы или ситуации, повышающие возбуждение, отражаются на частоте пульса животных. На первый взгляд кажется, что это один из показателей, который можно измерить без особых проблем и затруднений, потому что для этого не требуется изощренных лабораторных процедур и сложной измерительной аппаратуры. Однако дело обстоит не так просто. Прощупывание пульса или прослушивание его при помощи стетоскопа на той или иной артерии требует непосредственного контакта наблюдателя с изучаемым объектом и длительного фиксирования животного, за которым ведется наблюдение. Уже это само по себе создает необычные обстоятельства в жизни животного, поэтому данные, полученные таким способом от более возбудимых особей, довольно сомнительны.

Бесспорно, существенный вклад в этих случаях обеспечивают телеметрические методы измерения. Их можно применять не только для анализа частоты пульса, но и для описания многих других физиологических процессов. Значение этих методов состоит прежде всего в том, что их можно применять даже в тех условиях, где ника-

кая другая система наблюдений неприменима. Так обстоит дело, например, при измерении определенных показателей внутри тела или органов или в условиях, когда изучаемый объект перемещается. Преимущество этих методов состоит также в том, что они поставляют долговременные данные, не требуя фиксирования животного и не беспокоя его самим процессом измерения.

Регистрация биологических явлений с помощью телеметрических методов состоит в том, что те или иные проявления жизнедеятельности, преобразованные в электрические импульсы, передаются с помощью проводящего канала, идущего от органа, деятельность которого исследуется, к устройству, записывающему измеренные величины в кодированной форме.

Способы телеметрической передачи

Телеметрические средства подразделяются на проводные и беспроводные. При проводной телеметрии проводящим каналом служит провод. Таков, например, электрокардиограф, который применяется в медицине и ветеринарии. К беспроводной телеметрии (или радиотелеметрии) относятся все способы измерения, где передача сигнала осуществляется с помощью радиоволн.

Беспроводная телеметрия делится на «эндотелеметрию», телеметрию с передачей на короткие расстояния и телеметрию с передачей на дальние расстояния. К специальным телеметрическим устройствам можно отнести всемирную радиосвязь [31].

При «эндотелеметрии» животное, как правило, фиксируется и соединяется кабелем с приемной аппаратурой. Радиопередача осуществляется между зондом, введенным, например, в пищеварительный аппарат, и поверхностью тела, где находится антенна. Дальность радиопередачи — от 10 до 80 см. Передатчики невелики, размером с лесной орех. Они вводятся в кишечник или парентерально. Эти измерительные методы имеют значение прежде всего для изучения физиологии пищеварения, но также и для других исследований, где необходимы измерения функции внутренних органов.

Телеметрия на короткие расстояния применяется, в частности, в тех случаях, когда животные свободно движутся в боксе. Дальность радиопередачи при этом способе около 3—4 м. Передатчики вводятся паренте-

рально хирургическим путем. Этот метод измерения дает полезные результаты при изучении физиологии и патологии родов, а также во всех тех ситуациях, где измерение должно проводиться внутри организма свободно перемещающихся животных.

В телеметрических системах, действующих на большие расстояния, сигнал передается из передатчика, помещенного на поверхности тела животного, к приемной антенне, которая соединена с приемником. Дальность передачи может составлять от 100 м до нескольких километров. Этот способ измерения применяется при изучении физиологических функций (сердечная деятельность, частота дыхания, температура, сокращения мышц и т. д.) при свободном перемещении изучаемого объекта на далекие расстояния. Он используется в медицине при изучении физиологии спорта, а в зоотехнии — при исследованиях физиологии поведения животных.

Электрические свойства живой материи

В живых тканях, которые состоят из клеток и межклеточного вещества, непрерывно происходят сложные биофизические и биохимические изменения. В связи с этими изменениями происходят непрерывные процессы перераспределения различных ионов и, следовательно, электрических зарядов. Вследствие этого в организме возникают разности потенциалов, которые в определенных условиях вызывают движение электрического тока. Чем выше способность ткани к раздражению, тем явственнее в ней электрические проявления. На первом месте в этом отношении стоит нервная ткань, за ней следует поперечнополосатая мускулатура, пучок Гиса в сердце и, наконец, гладкая мускулатура.

Снятие физиологических показателей

Биоэлектрические потенциалы для телеметрической передачи снимаются с помощью электродов. Ондрoux и Винтер [191] подразделяют электроды на кожные и подкожные. Кожные электроды прикладываются к поверхности тела и имеют форму металлических пластинок или дисков величиной от 0,2 см² до нескольких квадратных дециметров. Для изготовления поверхностных электродов применяется фольга из различных металлов и спла-

вов (серебро, пластмасса, Подкожные ионных игл; вержены кон золото, плат С электро телью провод хорошей эле Однако н телеметриче там биоэлек жены явлени вать именно при помощи соответствующ усиливаются зываются да Так, при жений груди механически рические си различного можно реги датчиков, р Их действи ческого соп нии темпер В опред сти некото мые ими з деятельности электричес ские датчи Применени пульса Первые ио проведены в 1949 г. ЭКГ из од разработа ской инфо 15*

вов (серебро, медь, алюминиевые сплавы), а иногда и пластмасса, в которую впаяны металлические контакты. Подкожные электроды чаще всего имеют форму инъекционных игл; их делают из материалов, которые не подвержены коррозии, как, например, нержавеющей сталь, золото, платина и т. п.

С электродов электрический ток передается к усилителю проводом, который должен быть легким и обладать хорошей электропроводностью.

Однако не все процессы в организме оцениваются при телеметрическом измерении на основании происходящих там биоэлектрических проявлений. Иногда более выражены явления иного рода, и тогда удобнее регистрировать именно эти явления. Но предварительно их нужно при помощи специального устройства преобразовать в соответствующие электрические сигналы, которые затем усиливаются и интерпретируются. Такие устройства называются датчиками.

Так, при изучении пульсирования артерий или движений грудной клетки при дыхании легче фиксировать механические явления, которые преобразуются в электрические сигналы с помощью механических датчиков различного рода. Температуру тех или иных органов можно регистрировать посредством термоэлектрических датчиков, резисторных или термисторных термометров. Их действие основано на принципе изменения электрического сопротивления некоторых металлов при изменении температуры.

В определенных условиях для регистрации активности некоторых органов могут использоваться и вызываемые ими звуковые явления (чаще всего при измерении деятельности сердца). Тогда для преобразования их в электрические сигналы применяются электроакустические датчики.

Применение телеметрии для регистрации пульса

Первые исследования с применением телеметрии были проведены медиками. Холмс и др. [100] сообщают, что в 1949 г. Брейкел и Паркер описали технику передачи ЭКГ из одной больницы в другую. Данн и др. в 1959 г. разработали телеметрическую передачу физиологической информации у человека. Первые сведения о приме-

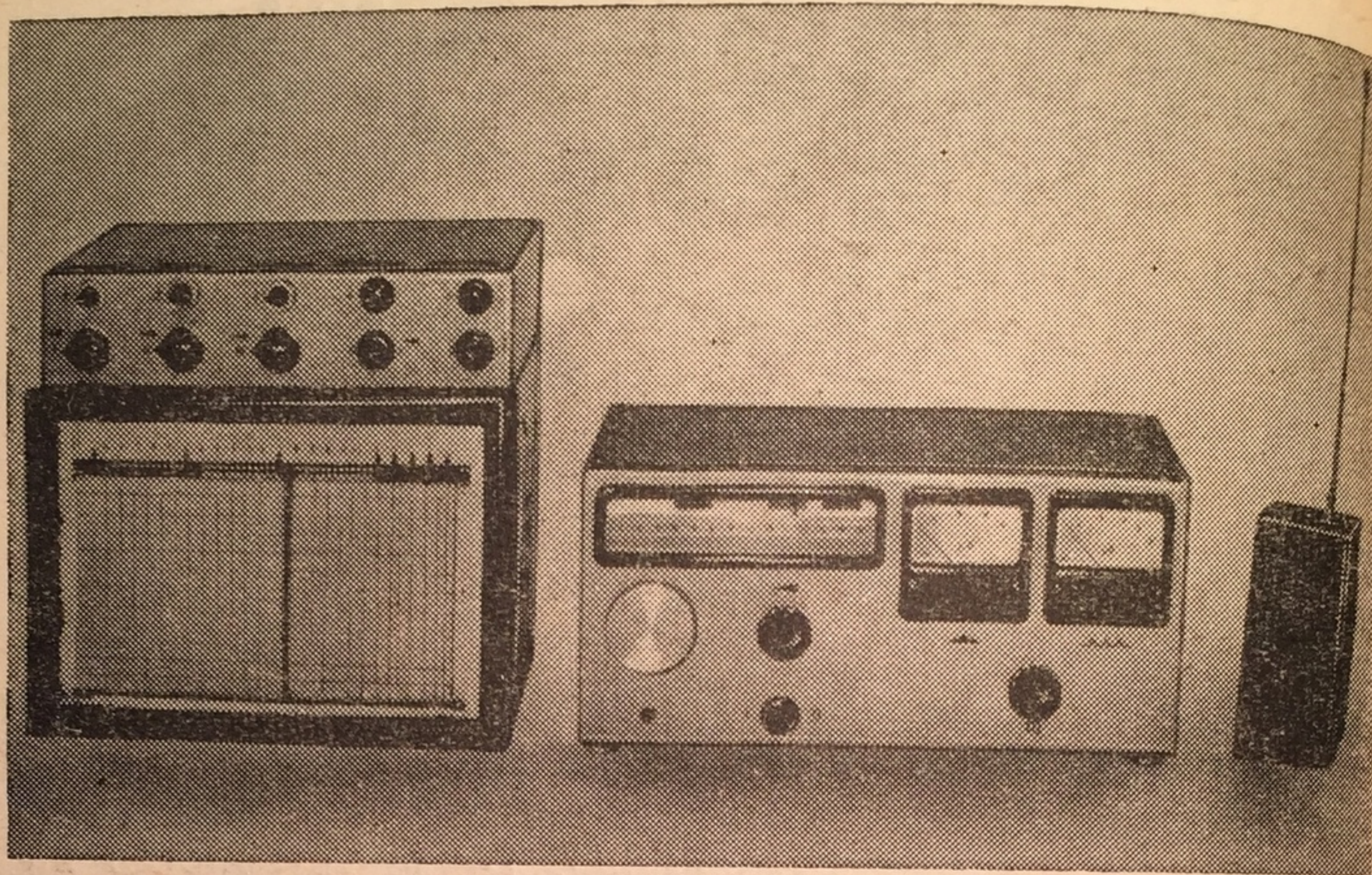


Рис. 39. Комплект телеметрической аппаратуры.

нении телеметрии при работе с сельскохозяйственными животными содержатся в работе Беназета и др., которые в 1964 г. с помощью этих методов изучали работу сердца у 400 лошадей. Запись ЭКГ у лошадей проделали также Холмс и др. [100]. Бианка [20] применил радиотелеметрию для измерения температуры тела овец, свободно передвигающихся на пастбище.

В Чехословакии методику измерения частоты пульса у крупного рогатого скота разработали Ковальчик и

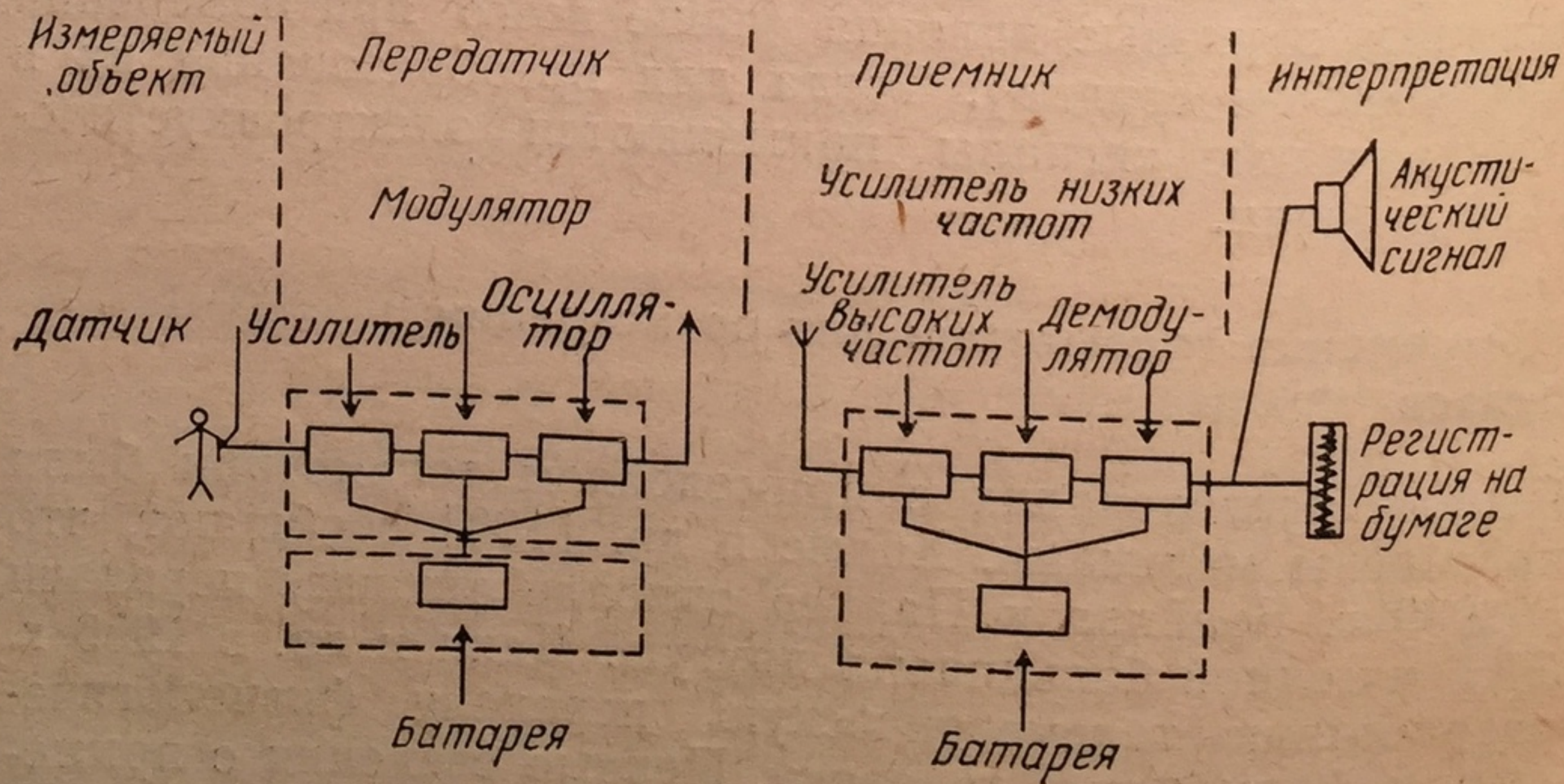


Рис. 40. Блок-схема телеметрической беспроводной передачи.

Дренка [137]. Этот метод можно применять и при свободном передвижении животных.

Все телеметрическое устройство состоит из трех частей: передатчика, приемника и самописца. Комплект аппаратуры показан на рисунке 39, блок-схема телеметрической передачи — на рисунке 40.

Устройство основано на принципе снятия биоэлектрических токов, которые образуются в сердечной мышце. Для снятия применяются сеточные электроды диаметром 15 мм и антиэлектроды диаметром 20 мм.

Размещение и прикрепление электродов

Важнейшей предпосылкой бесперебойного приема сигнала является рациональный выбор места для размещения электродов на теле животного. При этом нужно учитывать следующие обстоятельства:

- электроды помещать так, чтобы отрицательный электрод находился как можно ближе к области сердца, а положительный — в нейтральной зоне, где не происходит изменений потенциалов;
- не прикреплять электроды на интенсивно движущихся частях тела, которые могут создавать мышечные потенциалы и таким образом препятствовать приему биоэлектрических токов, возникающих в сердечной мышце;
- электроды должны быть недоступны для повреждения со стороны подопытного животного;
- доступ к местонахождению электродов должен быть по возможности простым.

У крупного рогатого скота этим требованиям в наибольшей степени соответствует расположение верхнего электрода (+) на правой стороне спины каудально от лопатки, а нижнего электрода (—) на левой стороне грудной клетки каудально от локтевого сустава.

Другой проблемой является способ прикрепления электродов. Прикрепление спофапластом или приклеивание жидким бинтом, как у людей, оказалось невозможным. Хорошо зарекомендовал себя для этого специальный текстильный пояс, в который был вмонтирован корпус для передатчика и для проводов (рис. 41 и 42).

За сигналами, которые проходят от передатчика, можно следить на приемнике зрительно (по отклонениям стрелки) или акустически (при помощи репродуктора). Присоединив прибор к самописцу, можно преобразовать частоту пульса в графические кривые, которые записываются на бумажной ленте (рис. 43).

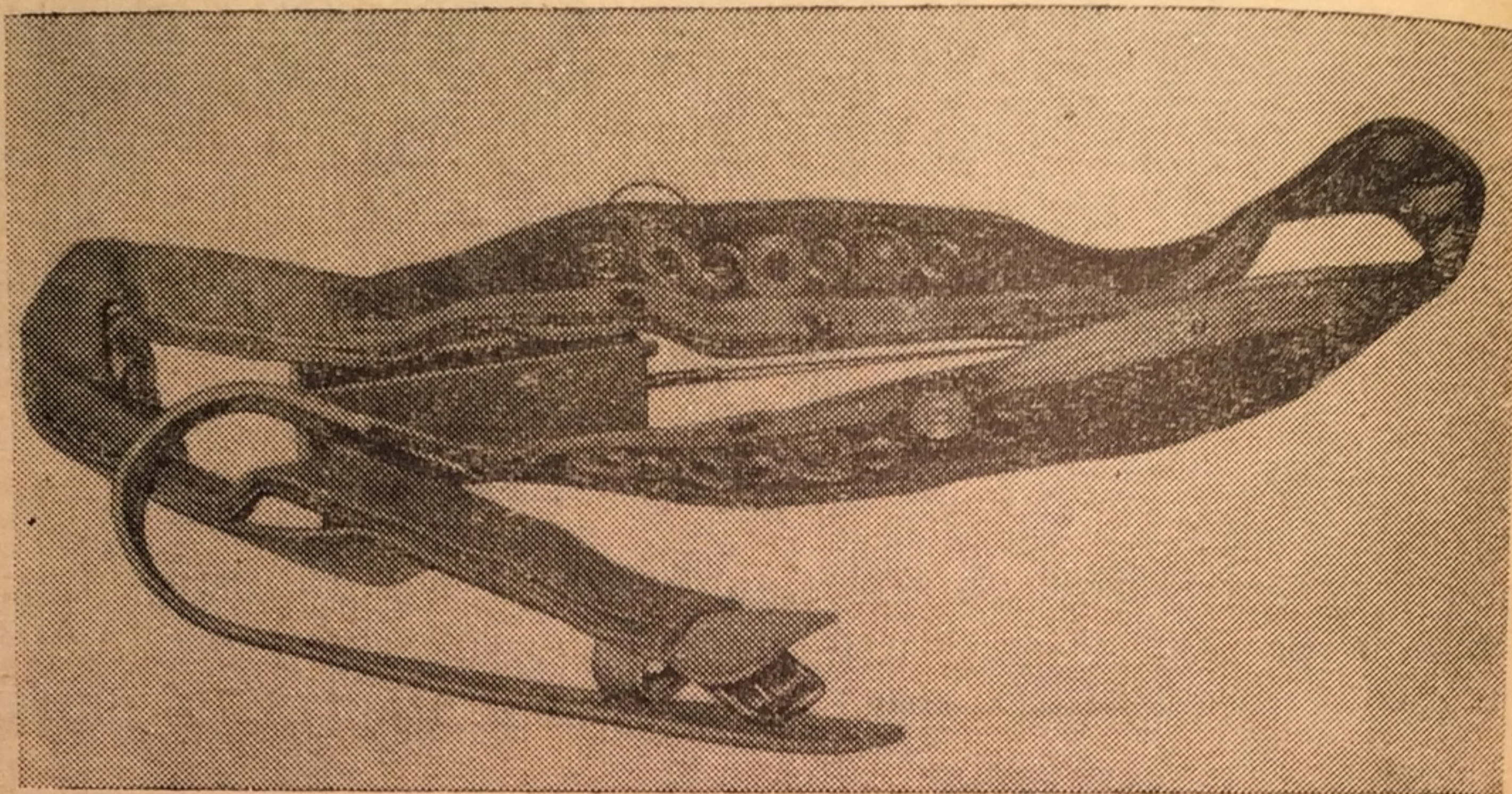


Рис. 41. Пояс для прикрепления электродов и передатчика.



Рис. 42. Корова с передатчиком для измерения частоты пульса.

Телем
дыха
Часто
тепл
моря
ках,
нагр
усло

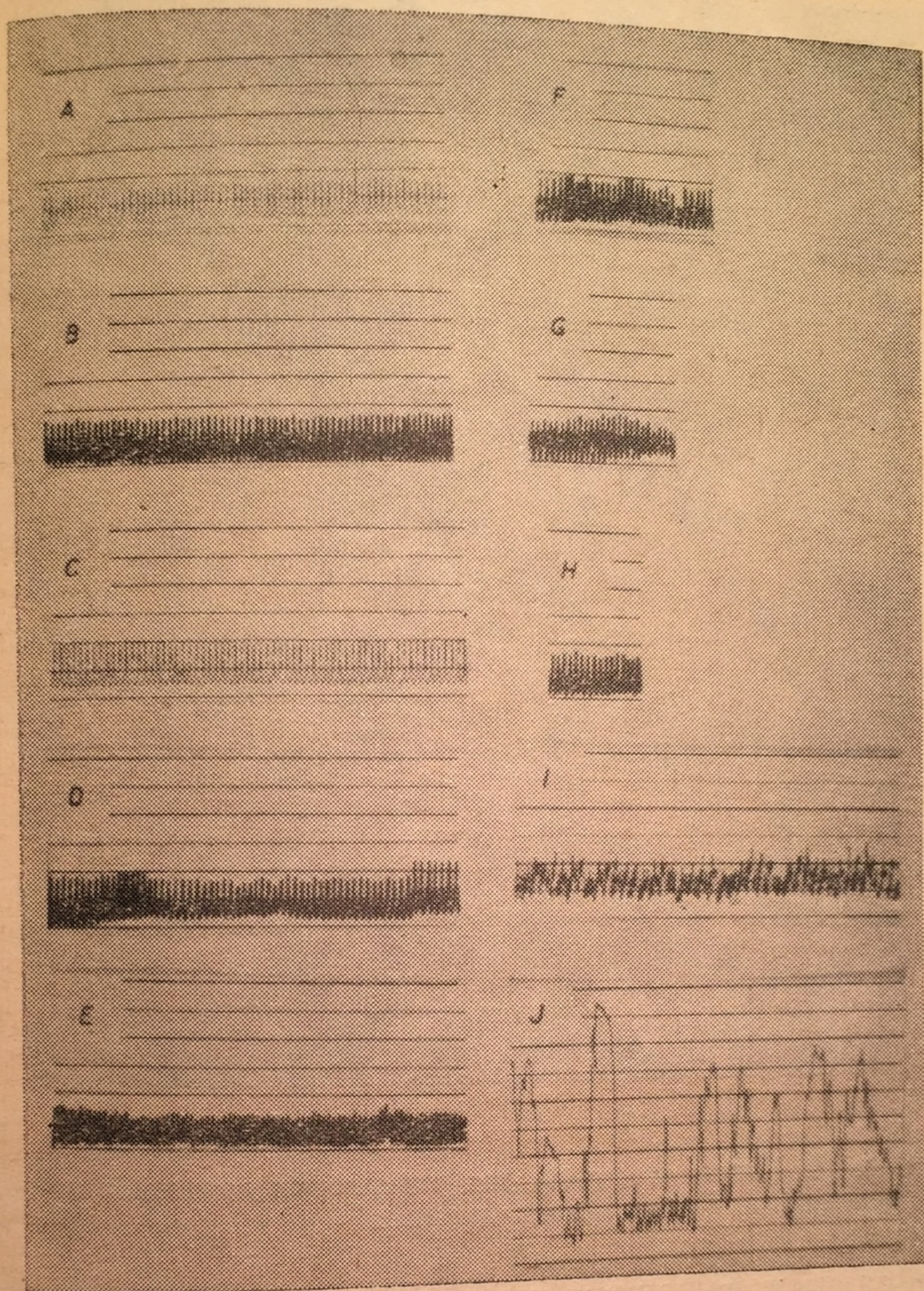


Рис. 43. Телеметрические записи пульса при различных жизненных проявлениях.

Телеметрическая регистрация частоты дыхания

Частоту дыхания особенно важно анализировать при тепловых нагрузках, на больших высотах над уровнем моря, при значительных мышечных усилиях и нагрузках, обусловленных недостатком кислорода. Так как эти нагрузки часто приходится измерять в динамических условиях (при перемещениях животных), наиболее це-

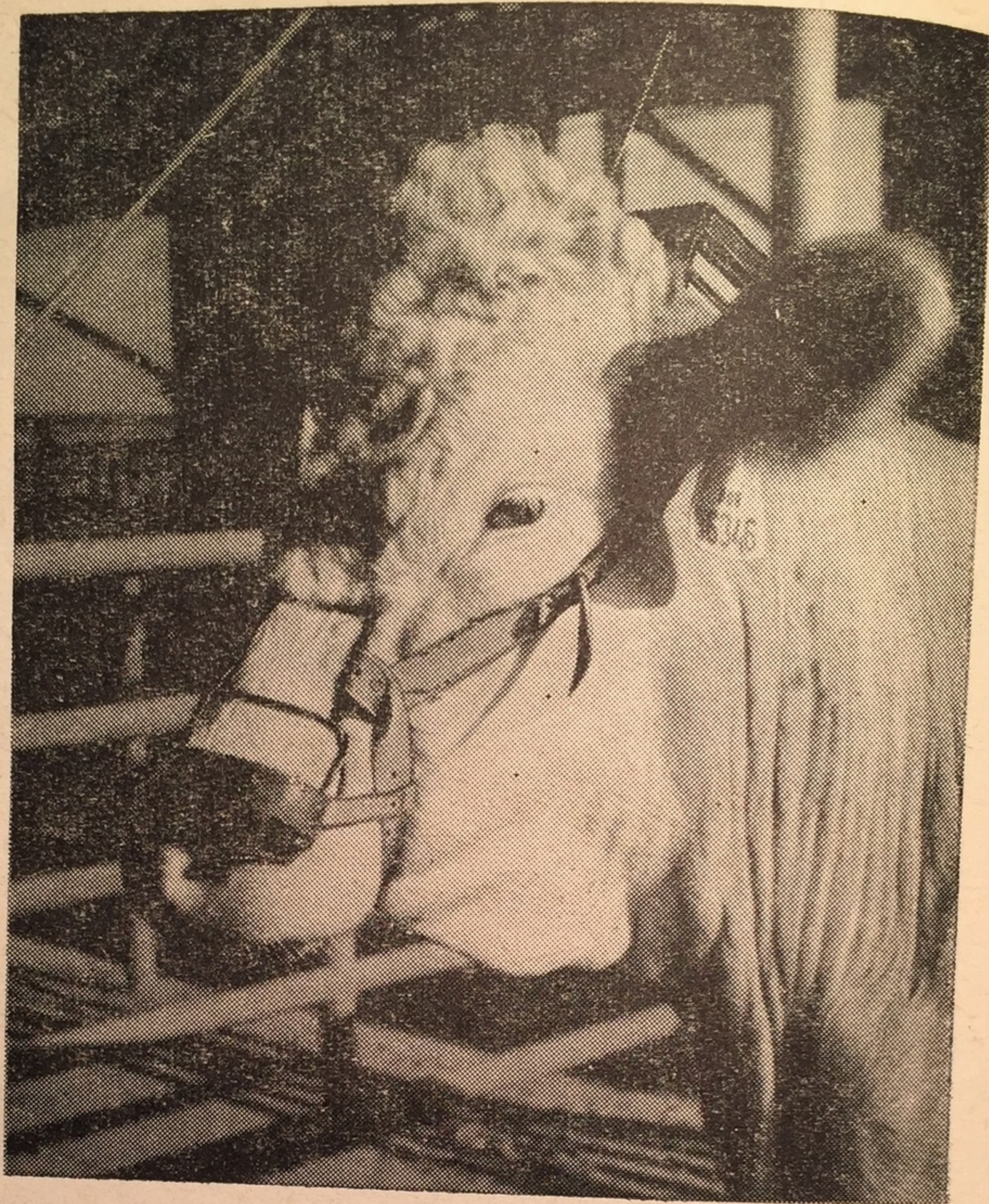


Рис. 44. Корова с маской для укрепления датчика и передатчика при регистрации дыхания.

лесообразным решением и в этом случае является измерение с помощью телеметрии.

Для людей в качестве датчика для регистрации количества вдохов применяется резинотекстильный пояс, покрытый графитом. Датчик работает на принципе изменений сопротивления, которые возникают при растяжении пояса грудной клеткой во время дыхания. Для крупного рогатого скота этот способ неприемлем, так как у него обхват грудной клетки меняется при дыхании незначительно. На движения грудной клетки гораздо больше влияют движения пищеварительного аппарата, которые препятствуют точным измерениям частоты дыхания или делают их совершенно невозможными.

Еще
основан
различно
чике, мо
способ
дал себя
ноздрей
чик из
Кова
частоты
ли терм
ствител
как сва
личных
кает ра
ционал
ноздрей
охлажд
очень
ратуру
ния. Т
под за
голову
диль п
вать и

Еще один способ, на который можно рассчитывать, основан на том, что давление воздуха при вдохе и выдохе различно. Датчик, модулирующий импульсы в передатчике, монтируется перед ноздрями животного. Но и этот способ при работе с крупным рогатым скотом не оправдал себя, поскольку повышенная влажность в районе ноздрей и выделения из них очень быстро выводят датчик из строя.

Ковальчик и Дренка [138] создали для регистрации частоты дыхания устройство, в котором они использовали термоэлектрический датчик — термистор (термочувствительный резистор). Термистор — это не что иное, как сваренные друг с другом две проволоочки из различных металлов. При нагревании в месте сварки возникает разность потенциалов, величина которой пропорциональна температуре. Термистор помещается перед ноздрей и при дыхании попеременно то нагревается, то охлаждается. Термоэлектрический датчик сам по себе очень мал, поэтому он очень быстро приобретает температуру среды, и измерение происходит без запаздывания. Термистор, передатчик и провода прикрепляются под защитой специальной маски, которую надевают на голову животного (рис. 44). За сигналами можно следить по отклонениям стрелки на приемнике или записывать их на ленту самописца (рис. 45).

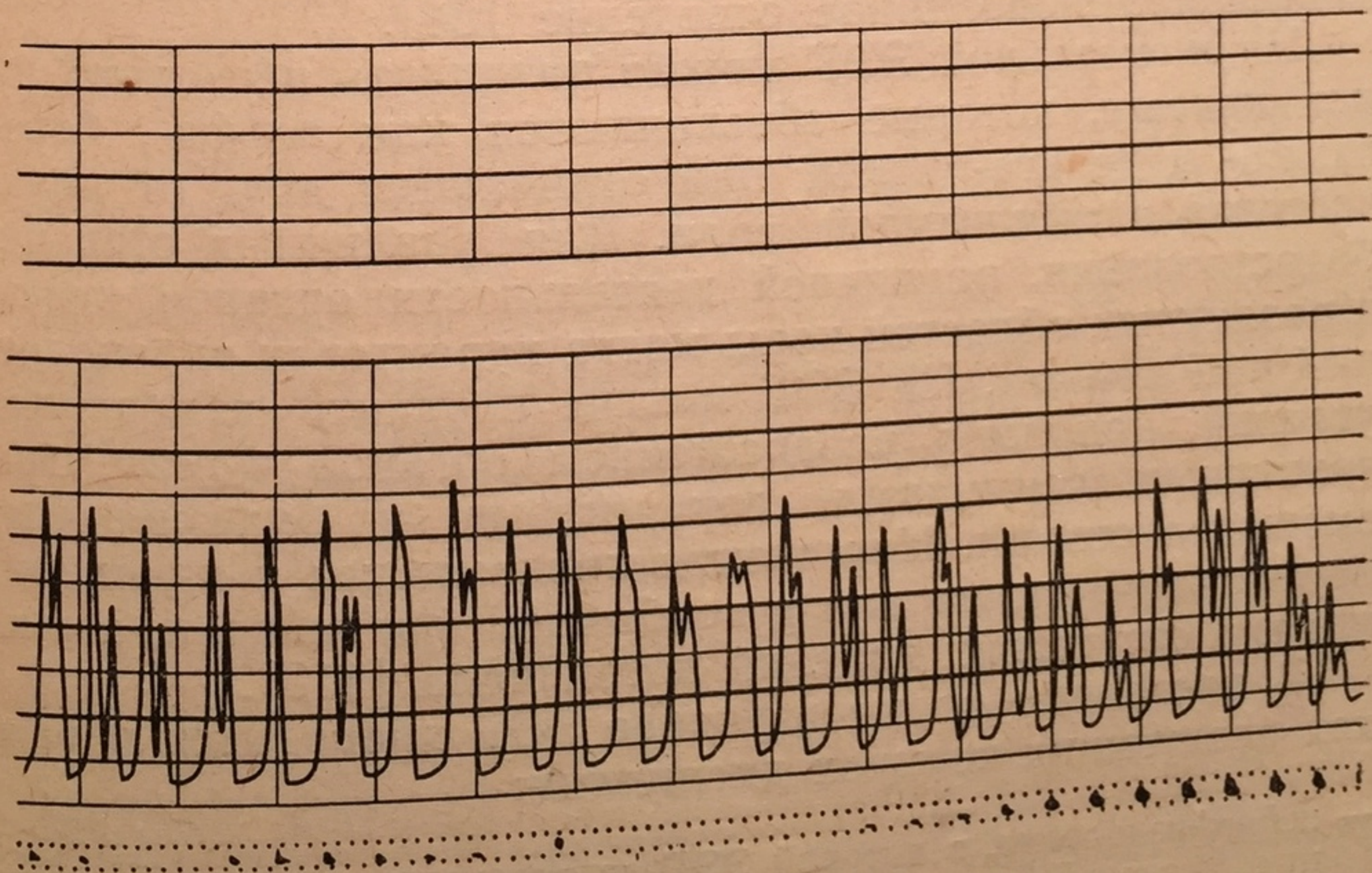


Рис. 45. Телеметрическая запись частоты дыхания.

ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ

Первые опыты по изучению деятельности мозга проводились с помощью электрокортикографии. Для этого электроды накладываются на обнаженную поверхность мозга, и через них отводятся токи действия от коры мозга. Различные секторы коры дают различные формы кривых [130].

В последние годы получила значительное развитие электроэнцефалография (ЭЭГ). При этом методе сигналы отводятся от поверхности черепа. Здесь мы имеем то преимущество, что регистрация токов действия может осуществляться без хирургического вмешательства. С помощью соответствующего усилителя и регистрирующих устройств можно отводить от поверхности черепа токи действия напряжением всего 5—100 микровольт. Обычно применяется сразу несколько приборов (2—6), чтобы можно было одновременно регистрировать волнообразные токи действия от нескольких точек черепа. Электроды прикрепляются к голове специальным устройством или приклеиваются особой пастой (американский метод). Отведение осуществляется монополярно (когда электрод, помещенный на черепе, ведет через усилитель к нейтральному электроду, помещенному чаще всего на ухе) или биполярно (когда два электрода на черепе соединены друг с другом усилителем). Чаще всего применяется монополярное отведение [84].

На нормальной ЭЭГ можно различать несколько видов кривых, которые обозначаются как альфа-, бета-, гамма- и дельта-ритмы. Они отличаются друг от друга частотой и амплитудой волн. Для различных степеней бодрствования, различной деятельности органов чувств и различных областей коры мозга характерен определенный тип кривых. На ЭЭГ можно повлиять изменением условий, например раздражением органов чувств, тревожащими стимулами, лекарствами и болезненными вмешательствами. Нарушения проявляются в изменении нормального ритма или в необычной форме волн, а иногда и в отсутствии падений потенциала [118].

В настоящее время изучение ЭЭГ проводится в рамках следующих четырех дисциплин:

- нейрофизиологии, в которой ЭЭГ используется для оценки функции мозга. Для нейрофизиологов ЭЭГ сама по себе является предметом изучения;

- психологии (с физиологическим уклоном), где ЭЭГ используется как связующее звено при изучении поведения и психологических функций;
- биологии самых различных направлений, где ЭЭГ является зеркалом, отражающим действие различных факторов;
- клинической ветеринарии, где ЭЭГ используется для диагностики.

В зоотехнических исследованиях электроэнцефалография до сих пор используется мало, хотя желательным было бы ее более широкое применение. Первые опыты с ЭЭГ на коровах проводил Любимов (цит. по [177]). Он отмечал мозговые токи при машинном доении и прослеживал изменения формы кривых ЭЭГ под влиянием звуковых и оптических стимулов.

В будущем электроэнцефалография должна сыграть особенно большую роль при изучении циклов бодрствования и сна у коров.

В зависимости от этих результатов можно будет лучше регулировать суточный режим коров, в частности в отношении времени доения. Этим методом предстоит решать также основные вопросы адаптации высшей нервной деятельности и поведения.

ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ КОРЫ НАДПОЧЕЧНИКОВ

Теперь уже есть много доказательств того, что различные нагрузки ведут к повышению активности коры надпочечников и что надпочечники и управляющая ими система регуляции играют важную роль в защите от болезней и всяческого рода нагрузок. В частности, описано, что у пациентов с недостаточной функцией надпочечников нагрузки вызывали состояния коллапса и смерть. Бирих и др. [23] исследовали изменения функции надпочечников после операции. Через 6 часов после операции уровень кортикоидов в крови у всех пациентов оказался повышенным. Большинство показателей свидетельствовало о максимальной стимуляции коры надпочечников. В продолжение дальнейшего послеоперационного периода содержание кортикоидов в крови постепенно убывало. Но на 5-й день средний уровень был все еще выше, чем максимальные величины, отмеченные в стандартных условиях. Поэтому большинство методов, предназначенных для проверки способности организма защищаться от нагрузок, основано на изучении активности системы гипофиз — кора надпочечников.

Пробная нагрузка

В экспериментах с пробной нагрузкой организм подвергается действию точно измеренного стрессора, причем различными методами определяются морфологические изменения тех или иных тканей или их биохимических реакций. Первоначально в качестве пробного стрессора применяли адреналин или инсулин. Хорошо оправдали себя бактериальные эндотоксины. Бирих и др. [23] экспериментировали, в частности, с пирексалом (липолисахарид из *Bacillus abortus equi*). После внутривенной инъекции этого препарата уровень кортикоидов в плазме повышался вдвое.

Баттерсворт и др. [45], изучая механизм общего адаптационного синдрома у свиней, применяли различные точно измеримые стрессоры, как утомляющие воздействия, обливание холодной водой, электрический шок, инъекции пирифера и адренокортикотропного гормона. Оказалось, что после внешних стрессоров (утомление, холод, электрический шок) степень возбуждения у разных особей была различной, и ее почти невозможно было регулировать этими способами.

В качестве пробного стрессора наилучшей оказалась инъекция 2000 ед. пирифера. Пирифер содержит убитые бактерии непатогенных штаммов группы кишечной палочки, выделенных из молока. После указанных доз через короткое время включался в действие механизм стресса, хотя животные не были слишком возбуждены психически.

Взвешивание надпочечников

В лабораторных опытах уровень активности коры надпочечников определялся по массе надпочечников убитых животных. Этим способом выясняют влияние самых различных нагрузок. Однако информационная ценность таких опытов может быть удовлетворительной только в случае использования модельных животных; у мышей и крыс можно составить группы так, чтобы животные были одного пола, находились на одинаковой стадии развития и характеризовались одинаковым состоянием упитанности. Если эти условия не соблюдены, то на массу надпочечников в большей степени влияют упомянутые факторы, чем изменения их функциональной активности [167].

Гистология надпочечников

Баттерсворт и др. [45] на гистологических срезах надпочечников измеряли толщину трех зон: клубочковой (*zona glomerulosa*), пучковой (*zona fasciculata*) и сетчатой (*zona reticularis*). Кроме того, они подсчитывали число жировых капелек. Глюкокортикоиды, как известно, образуются во внутренних зонах коры надпочечников (пучковой или сетчатой). Минералокортикоиды, напротив, по-видимому, в клубочковой зоне.

Величина клеточных ядер в пучковой зоне и концентрация жировых капелек могли бы служить дополнительными критериями активности надпочечников.

Обнаружение кортикоидов

В медицине применяется несколько процедур, с помощью которых можно обнаружить отдельные стероидные гормоны коры надпочечников в крови или в молоке. Так как эти методы большей частью очень трудоемки, в зоотехнических исследованиях их применяют редко. Баттерсворт и др. [45] применяли для определения концентрации кортикоидов у свиней экстрагирование их из кровяной плазмы дихлорметаном. Затем их переводили в концентрированную серную кислоту и фотометрически определяли их количество. Этот метод специфичен для кортизона и кортизола, которые выделяются в пучковом и сетевидном слоях надпочечников, поэтому его можно считать пригодным для обнаружения глюкокортикоидов.

Кроме прямых методов, с помощью которых гормоны коры надпочечников обнаруживают в крови и в моче, существуют и косвенные методы, позволяющие обнаружить последствия функции надпочечников по изменениям некоторых других функций. Важнейшим из этих методов является тест Торна, который благодаря своей относительной простоте довольно часто применяется в животноводстве.

Тест Торна

Тест Торна основан на следующем принципе: если кора надпочечников сохранила способность функционировать, то инъекция адренокортикотропного гормона стимулирует ее к секреции гормонов. Повышение уровня корти-

коидов вызывает изменения картины крови. Количество эритроцитов, нейтрофильных гранулоцитов и тромбоцитов возрастает, а количество циркулирующих лимфоцитов, и в первую очередь эозинофильных гранулоцитов, резко снижается. Именно на снижении этого показателя, которое до сих пор не имеет удовлетворительного объяснения, и основан тест Торна.

Тест Торна применяется также в медицине. Перед тяжелыми операциями с его помощью проверяют работоспособность системы гипофиз — надпочечники. Пациенту вводится небольшое нормированное количество адренокортикотропного гормона и одновременно у него берут каплю крови. Через 4 часа берут вторую пробу крови. По картине крови судят об активности надпочечников. Снижение содержания эозинофилов более чем на 50% в течение 4 часов свидетельствует о нормальной функции надпочечников.

Для применения теста Торна в животноводстве было необходимо установить, какие дозы следует вводить животным. Людям вводят 20—24 ИЕ (15 ИЕ на 1 м² поверхности тела), собакам — 5—50 ИЕ [258]. В опытах Карга [114] на коровах одноразовая доза 40 ИЕ не оказывала никакого действия, но если она вводилась повторно, то количество эозинофилов отчетливо снижалось. Унхельм [258] применял для крупного рогатого скота массой 200—400 кг дозу 80 ИЕ, а при массе более 450 кг — 100 ИЕ.

В Чехословакии тест Торна на крупном рогатом скоте проверяли Барта и Карасек [11]. Они применяли более низкие дозы: телятам вводилось 5 ИЕ адренокортикотропного гормона на 100 кг живой массы, коровам — 10 ИЕ. Целью работы было установить возможную связь между кондицией телят или продуктивностью их матерей и реакцией на адренокортикотропный гормон. Однако никаких достоверных корреляций не было обнаружено.

В некоторых же случаях определенная связь между продуктивностью, с одной стороны, и хорошей функциональной способностью надпочечников (которая могла бы быть одним из показателей крепкой конституции) — с другой, все-таки была установлена. Унхельм [258] выяснил, что быки с хорошим приростом массы в условиях откорма давали в тесте Торна ожидаемую реакцию. Животные с низким приростом массы реагировали

либо слабо, либо чрезвычайно сильно, что тоже следует считать отрицательным показателем. Кох [127] проверял с помощью теста Торна эффективность защитной системы у коров. Тот факт, что все нетели реагировали положительно, он объясняет тем, что животные, еще не подвергавшиеся нагрузке в виде производства продукции, имеют более эффективную защитную систему. У восьми коров с низкой продуктивностью тест в шести случаях был положительным и в двух отрицательным. Наоборот, из высокопродуктивных коров более половины реагировали отрицательно, т. е. обнаружили пониженную защитную способность.

Совершенно такие же результаты получил Вейрих [266] в аналогичных опытах, в ходе которых каждому животному вводилось 40 ИЕ адренокортикотропного гормона. Автор установил, что более интенсивно реагировали животные, «перекормленные» белками.

Несмотря на то что тест Торна дает в некоторых случаях положительные результаты, он обычно считается недостаточно точным для оценки функции надпочечников. Лютценкирхен [161] видит главный его недостаток в том, что уровень эозинофилов в крови очень лабилен (отклонения могут достигать 50%). Кроме того, снижение их содержания возможно и при других обстоятельствах: при раздражении гипоталамуса, введении адреналина или больших доз пенициллина, во время транспортировки, а у некоторых животных — и в первый день пастбы [11]. Однако следует допустить, что все эти ситуации можно рассматривать в качестве стрессоров, откуда явствует, что все они могут стимулировать секрецию адренокортикотропного гормона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Adam T., Teleki J. A. fény hatása a sertések teljesítményére, néhány élettani és vágási paraméterére. Referat na zasadnutí EAAP v Budapešti, 1970.
2. Albright J. L. Dairy cattle housing with emphasis on economics, sanitation, health, and production. *J. Dairy Sci.*, 47, 11, 1273, 1964.
3. Albright J. L., Gordon W. P., Black W. C., Dietrich J. P., Snyder W. W. Meadows C. E. Behavioral responses of cows to auditory training. *J. Dairy Sci.*, 49, 1, 104—106, 1966.
4. Ailken W. G. Rate of herbage intake and grazing time in relation to herbage availability. *Proc. Austral. Soc. Animal Production*, 4, 163—166, 1962.
5. Anand B. K. Nervous regulation of food intake. *Physiol. Revs.*, 41, 4, 677—708, 1961.
6. Andrae U. Verhalten von Milchkühen bei der Wahl ihrer Liegeboxen im Laufstall. *Tierzüchter*, 23, 15, 432—435, 1971.
7. Arnold H. Der Einfluss einiger Umweltfaktoren auf das Verhalten einer Milchviehherde. *Tierzucht*, 22, 2, 71—72, 1968.
8. Averdunk G. Kannibalismus bei Schweinen mindert die tägliche Zunahme in der Mast. *Schweinezucht und Schweinemast*, 16, 1, 15—16, 1968.
9. Baldwin B. A., Ingram D. L. Effects of cooling the hypothalamus in the pig. *J. Physiol.*, 186, 2, 72—73, 1966.
10. Bárczy G., Czákó J. Adatok anyitott és zárt istállóban tartott tehenek egyes életfolyamatainak napszaki megoszlására, *Állattenyésztés*, 11, 1, 19—32, 1962.
11. Bárta O., Karásek V. K otázce konstitučních zkousek skotu zátěží ACTH. Vědecké práce UVUZV v Uhřetevsi, 7, 17—30, 1964.
12. Beakley W. R., Findlay J. D. The effect of environmental temperature and humidity on the ear temperatures of Ayrshire calves. *J. Agric. Sci.*, 45, 3, 373—379, 1955.
13. Beilharz R. G., Mylrea P. J. Social position and behaviour of dairy heifers in yards. *Animal Behaviour*, 11, 4, 522—528, 1963.

14. Belić J. Uvod u proizvodnju i razmnožavanje svinja. *Uvod u proizvodnju i razmnožavanje svinja*, 74, 4, 2.
15. Bendall J. *Abs.*, 32, 1, 1.
16. Benziger *mechanism of Fed. Prod.*, 10.
17. Berczy L. *sok Lapja*, 10.
18. Beutling *schwein Mh.*
19. Bianca *Züchtungsku*
20. Bianca *W. Animals, Phi*
21. Bianca *W. klimatologie b*
22. Bianca *W. 23, 7, 187—18*
23. Bierich J. *zur Dynamik Wochenschrift*
24. Bílek F. *U mēd.*, 1933.
25. Billon J. *S. posium der I hygieniker von Viehhofzeitun*
26. Blaxter K. *Proc. Nutrit.*
27. Blendl H. *leistung und und Schweine*
28. Blendl H. *ter*, 21, 5, 14.
29. Blincoe C. *engineering v The influenc*
30. Bonsma J. *lism in cattle. logical research*
16. Заказ 1852

14. Belič J. Über den Einfluss der Fruchtbarkeit auf die Wollproduktion der Zigaja—Schafrasse. *Z. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, 74, 4, 297—321, 1960.
15. Bendall J. R., Lawrie R. A. Watery pork. *Anim. Breeding Abs.*, 32, 1, 1—8, 1964.
16. Benziger T. D. The sensory receptor organ and quantitative mechanism of human temperature control in warm environment. *Fed. Prod.*, 19, 32—43, 1960.
17. Berczy L. A hizlaldai sertések kimarásáról. *Magy. Állatorvosok Lapja*, 10, 12, 424—427, 1955.
18. Beutling D. Zu Fragen der Fleischqualität beim Fleischschwein Mh. *Veterinärmedizin*, 24, 2, 61—67; 5, 175—178, 1969.
19. Bianca W. Reaktionen des Rindes auf Kälte und Wärme. *Züchtungskunde*, 31, 9/10, 476—489, 1959.
20. Bianca W. Thermoregulation. In: *Adaptation of Domestic Animals*, Philadelphia, Lea a. Febiger, 97—118, 1968.
21. Bianca W. Neuzeitliche Ergebnisse und Aufgaben der Bioklimatologie bei Haustieren. *Tierzüchter*, 20, 12, 438—442, 1968.
22. Bianca W. Die Akklimatisation von Haustieren. *Tierzüchter*, 23, 7, 187—189, 1971.
23. Bierich J. R., Schönberg D., Ecker E. Untersuchungen zur Dynamik des Hypophysen-Nebennierensystems. *Deutsche med Wochenschrift*, 87, 1, 8—13, 1962.
24. Bílek F. Učebnice obecné zootechniky. Praha, Vyd. Min. zeměd., 1933.
25. Billon J. Stresseinwirkungen auf die Fleischqualität. 3. Symposium der Internationalen Vereinigung Veterinär-Lebensmittelhygieniker vom 27. Mai bis 2. Juni 1962 in Nizza. *Schlacht- und Viehhofzeitung*, 62, 340, 340—341, 1962.
26. Blaxter K. L. Nutrition and climatic stress in farm animals. *Proc. Nutrit. Soc.*, 17, 2, 191—197, 1958.
27. Blendl H. Der Einfluss der Dunkelstallhaltung auf die Mastleistung und den Schlachtwert von Schweinen. *Schweinezucht und Schweinemast*, 13, 12, 293—295, 1965.
28. Blendl H. M. Aufstallungsformen für Mastschweine. *Tierzüchter*, 21, 5, 143—145, 1969.
29. Blincoe C., Brody S. Environmental physiology and shelter engineering with special reference to domestic animals. XXXII. The influence of ambient temperature, air velocity, radiation intensity, and starvation on thyroid activity and iodine metabolism in cattle. *Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 576, 1955.
30. Bonsma J. C., Van Marle J., Hofmeyer J. H. Climatological research on animal husbandry and its significance in

- the development of beef cattle production in colonial territories. *Emp. J. Exp. Agric.*, **21**, 83, 154—175, 1953.
31. Börnert D. Bedeutung und Möglichkeiten moderner radiotelesmetrischer Methoden in der Verhaltens-Physiologie. *Wissenschaft und Fortschritt*, **5**, 201—203, 1967.
 32. Bourdelle E. La morphologie général et régionale des mammifères. *Mammalia*, **6**, 1, 1—12, 1942.
 33. Brand I., Mancic D., Zivkovic S. Uticaj razlicitog broja tovljenika u grupi na prirast i iskoriscavanje hrane kod svinja u bekontovu. *Stocarstvo*, **13**, 9/10, 410—416, 1959.
 34. Brantas G. C. Training, eliminative behaviour and resting behaviour of Friesian-Dutch cows in the cafeteria stable. *Z. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, **85**, 1, 64—67, 1968.
 35. Braude R., Rowell J. G. Labour saving in feeding of fattening pigs. *J. Agric. Sci.*, **48**, 3, 322—325, 1957.
 36. Braude R., Rowell J. G. Comparison of meal and pellets for growing pigs fed either in troughs or of the floor. *J. Agric. Sci.*, **67**, 1, 53—57, 1966.
 37. Breindl V., Komárek J. Vseobecná zoologie. Praha, Melantrich, 1946.
 38. Briskey E. J. Neuere Ergebnisse des Studiums von blassem, weichem, exsudativem Schweinemuskelgewebe. *Fleischwirtschaft*, **10**, 1008, 1963.
 39. Briskey E. J., Forrest J. C., Judge M. D. Influence of ante mortem factors of meat quality. *Z. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, **82**, 3, 298—307, 1966.
 40. Brodauf H., Wohanka K. Akklimatisation und Adaptation. *Deutsche tierärztl. Wochenschrift*, **62**, 29/30, 300—304, 1955.
 41. Brody S. Climatic physiology of cattle. A review. *J. Dairy Sci.*, **39**, 6, 715—725, 1956.
 42. Brody S., Dale H. H., Stewart R. E. Environmental physiology and shelter engineering, with special reference to domestic animals. XXXVI. Interrelations between temperatures of rumen (at various depths), rectum, blood, and environmental air, and the effects of an antipyretic, feed and water consumption. *Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 593, 1955.
 43. Brown T. H. Parasitism in the ewe and the lamb. *J. Brit. Grassl. Soc.*, **14**, 3, 216—220, 1959.
 44. Bukvaj J. Výpar kuzí a jeho význam v termoregulaci u dojníc. *Zivocisná výroba*, **15**, 7/8, 529—534, 1970.
 45. Butterworth M. H., Steinhauß D., Weniger J. H. Stressresistenz als Leistungsmerkmal beim Schwein. *Züchtungskunde*, **39**, 3, 179—187; 4, 283—294, 1967.
 46. Callow E. H. The electrical resistance of muscular tissue and

its relation to c
 47. Cena M. Zooh
 Milchkühe in C
 1964.
 48. Cena M. De
 der Milchkühe
 49. Charvat J.
 telství, 1952.
 50. Cena M. Ru
 51. Cena M. Zi
 52. Christian
 mice from fre
 1965.
 53. Christian
 pulation. Scie
 54. Cleverley
 during machi
 half-life in
 55. Columbus
 Tranquillizer
 56. Comberg
 punkt des Ti
 sitzung und
 57. Comberg
 unsere Haus
 58. Comberg
 teten Ställe
 Schweinemo
 209—211, 1
 59. Comberg
 na zasadn
 60. Comberg
 der Selbstf
 384, 1958.
 61. Cross E
 tion of ma
 450—451,
 62. Cumliv
 dárských
 63. Czako
 11, 328—
 64. Czako
 istállóren
 12, 3, 20
 16*

- its relation to curing. *Ann. Rept. Food Invest.*, 57, 57—72, 1935.
47. C e n a M. Zoohygienische Beobachtungen über das Verhalten der Milchkühe in Offenstallhaltung. *Arch. Tierzucht*, 7, 1, 21—31, 1964.
 48. C e n a M. Der Einfluss der Mechanisierung auf das Verhalten der Milchkühe. *Tagungsberichte DAL*, 82, 80—84, 1966.
 49. C h a r v a t J. Steroidní hormony. Praha, Zdravotnické nakladatelství, 1952.
 50. C e n a M. Rustový hormon. Praha, Statní nakladatelství, 1955.
 51. C e n a M. Zivot, adaptace a stres. Praha, Avicenum, 1970.
 52. C h r i s t i a n J. J. Adrenal and reproductive responses size in mice from freely growing populations. *Ecology*, 46, 1/2, 37—48, 1965.
 53. C h r i s t i a n J. J., D a v i s D. E. Endocrines, behavior, and population. *Science*, 146, 3651, 1550—1560, 1964.
 54. C l e v e r l e y J. D., F o l l e y S. J. The blood levels of oxytocin during machine milking in cows with some observations on its half-life in the circulation. *J. Endocr.*, 46, 3, 347—361, 1970.
 55. C o l u m b u s A., A p e l t W. Mastversuch an Jungbullen mit Tranquillizern. *Arch. Tierzucht*, 5, 1, 3—11, 1962.
 56. C o m b e r g G. Mechanisierung und Baugestaltung vom Standpunkt des Tierzüchters. Berichte und Vorträge der DAL, 3. Fest-sitzung und wissenschaftliche Tagung 1957 in Berlin, 1958.
 57. C o m b e r g G. Fragen und Probleme günstiger Stallklimata für unsere Haustiere. *Züchtungskunde*, 31, 9/10, 462—476, 1959.
 58. C o m b e r g G. Der Einfluss von fensterlosen, künstlich beleuchteten Ställen auf die Mast von Schweinen. *Schweinezucht und Schweinemast*, 14, 4, 74—76, 1966; 15, 2, 38—41, 1967; 16, 9, 209—211, 1968.
 59. C o m b e r g G. Klimafaktoren und tierische Produktion. Referat na zasadnutí EAAP v Budapešti, 1970.
 60. C o m b e r g G., V o i g t l ä n d e r K.-H. Ein Beitrag zur Frage der Selbstfütterung bei Milchkühen. *Deutsche Landw.*, 9, 8, 378—384, 1958.
 61. C r o s s B. A. Milk ejection resulting from mechanical stimulation of mammary myoepithelium in the rabbit. *Nature*, 173, 4401, 450—451, 1954.
 62. C u m l i v s k i B. Specialní etologie ovcí. In: Etologie hospodářských zvířat. Praha, SZN, 1972.
 63. C z a k ó J. A hőmérséklet hatása a fejlődésre. *Agrártudomány*, 6, 11, 328—329, 1954.
 64. C z a k ó J., E n y e d i S. Adatok a különböző szabadtartásos istállórendszerek alkalmasságának elbírálásához. *Allattenyésztés*, 12, 3, 205—217, 1963.

65. Denton D. A., Sabine J. R. The behaviour of Na deficient sheep. *Behaviour*, 20, 364—376, 1963.
66. Döcke F. Untersuchungen über den Einfluss des neuro-endokrinen Systems auf verschiedene Zyklus-und Paarungsabläufe beim Rind. *Zuchthygiene, Fortpflanzungsstörungen und Besamung der Haustiere*, 7, 1, 14—42, 1963.
67. Dölling M. Zweijährige Erfahrungen mit der Aufstallung von Mastschweinen auf Vollspaltenboden. *Deutsche Landw.*, 17, 5, 253—259, 1966.
68. Dutt R. H., Ellington E. F., Carlton W. W. Fertilization rate and early embryo survival in sheared and unsheared ewes following exposure to elevated air temperature. *J. Animal Sci.*, 18, 4, 1308—1318, 1959.
69. Dvořák L., Keck F. Poziadavky oviec na ustajnenie. Speciálna zootechnika, IV. Chov oviec, Bratislava, SVPL, 1962.
70. Елеманов А. Е., Поздняков П. М. Акклиматизация породы скота санта-гертруда в Казахстане. *Животноводство*, 24, 2, 59—63, 1962.
71. Ellendorff F. Die Bedeutung einiger Umweltfaktoren für Milchproduktion und Fortpflanzung. *Tierzüchter*, 23, 7, 189—191, 1971.
72. Ely F., Petersen W. E. Factors involved in the ejection of milk. *J. Dairy Sci.*, 24, 3, 211—220, 1941.
73. Ермишкин А., Завертяев Б. Высокие надои на «ёлочке». *Молочное и мясное скотоводство*, 7, 10—12, 1963.
74. Faber H., von. Stress und allgemeines Anpassungssyndrom bei Haustieren. *Züchtungskunde*, 34, 7, 289—295, 1962.
75. Findlay J. D., Beakley W. R. Environmental physiology of farm animals. In: Hammond J., Progress in the Physiology of Farm Animals. London, Butterworths Publications, v. I, 252—298, 1954.
76. Folley S. J., Knaggs G. S. Milk ejection activity (oxytocin) in the external jugular vein blood of the cow, goat and sow, in relation to the stimulus of milking or suckling. *J. Endocr.*, 34, 2, 197—214, 1966.
77. Forrest J. C., Allen E., Briskey E. J., Chapman A. B., First N., Bray R. W. Porcine muscle properties. *J. Animal Sci.*, 22, 1114, 1963.
78. Forrest J. C., Kastenschmidt L. L., Beecher G. R., Grummer R. H., Hoekstra W. G., Briskey E. J. Porcine muscle properties. *J. Food Sci.*, 30, 3, 492—497, 1965.
79. Fuller M. F. The effect of environmental temperature on the nitrogen metabolism and growth of the young pig. *Brit. J. Nutr.*, 19, 4, 531—546, 1965.

80. Gahne B. Ljust vätskeavgivande kött (PSE) hos svin — ett stressyndrom. *Svinskötset*, 58, 2, 41—42, 45—46, 1968.
81. Ganapathy C. N. Evaluation of some of the factors affecting heart rates in dairy cows. *Indian J. Sci. Ind.*, 1, 1, 25—31, 1967.
82. Glaser E. M. The physiological basis of habituation. Oxford Univ. Press, London, 1966.
83. Goodall A. M., Yang S. H. The vascular supply of the skin of Ayrshire embryos. *J. Agric. Sci.*, 44, 1, 1—4, 1954.
84. Gottschick J. Die Leistungen des Nervensystems. Jena, Verlag Gustav Fischer, 1952.
85. Grabowski U. Prägung eines Jungschafes auf den Menschen. *Z. Tierpsychol.*, 4, 326—330, 1941.
86. Grauvogl A. Zusammenhänge zwischen Zucht-, Haltungs- und Transportschäden beim Schwein. *Schweinezucht und Schweinemast*, 17, 10, 294—298, 1969.
87. Hafez E. S. E. Studies on the breeding season and reproduction of the ewe. *J. Agric. Sci.*, 42, 3, 189—265, 1952.
88. Hafez E. S. E. Morphological and anatomical adaptations. In: *Adaptation of Domestic Animals*, Philadelphia, Lea a. Febiger, 61—73, 1968.
89. Hájek J. Někteřé poznatky z etologie ve vykrmu prasat. Souhrn referátu na vědeckém semináři: Otázky etologie hospodářských zvířat ve velkovýrobních podmínkách. Praha, ÚVTI, 1966.
90. Halama A. K. Tranquilizer im Rindmastversuch. *Wiener tierärztl. Monatsschrift*, Sonderheft, IX, 47, 628—633, 1960.
91. Hanssen G. Voraussetzungen und Möglichkeiten der Selbstfütterung bei Milchvieh. *Futterkonservierung*, 1, 2/3, 49—56, 1959.
92. Hasek A., Kotry J. Vyhodnotenie poznatkov získaných pri riesení vhodnej úpravy krátkych stojisk pre dojnicl. *Vedecké práce VUZV v Nitre*, 8, 175—186, 1970.
93. Hauptman J. Příspěvek k etologii skotu se zřetelem na denní a sezonní periodicity a velkovýrobní chovu. *Zivocisná technologií výroba*, 10, 9, 641—654, 1965.
94. Hauptman J. Vědění odbor etologie a etologie skotu. Referat na vedeckom semináři: Otázky etologie hospodářských zvířat ve velkovýrobních podmínkách. Praha, ÚVTI, 1966.
95. Hauptman J. Vliv hladiny akustického tlaku na etologicke projevy skotu a prasat. *Zemědělská technika*, 16, 1/2, 35—46, 1970.
96. Häuptman J. Verhalten von Milchkühen im modernen Stallanlagen. *Tierzucht*, 23, 11, 491—494, 1969.

97. Heinicke W. Akklimatisationsbedingte Fortpflanzungsstörungen bei importierten Rinderherden. *Mh. Veterinärmedizin*, 17, 1, 22—24, 1962.
98. Heitman H., Hughes E. H. The effect of air temperature and relative humidity on the physiological well being of swine. *J. Animal Sci.*, 8, 2, 171—181, 1949.
99. Hensel H. Adaptation to cold. In: *Adaptation of Domestic Animals*, Philadelphia, Lea a. Febiger, 183—193, 1968.
100. Holmes J. R., Alps B. J., Darke P. G. G. A method of radiotelemetry in equine electrocardiography. *Vet. Rec.*, 79, 4, 90—94, 1966.
101. Holub A. Fyziologie hospodárských zvierat. Praha, SZN, 1969.
102. Horn A. Všeobecná zootechnika. Bratislava, SAV, 1958.
103. Hunter R. F., Davies G. E. The effect of method of rearing on the social behaviour of Scottish blackface hoggets. *Animal Products*, 5, 2, 183—194, 1963.
104. Jacob F., Monod J. Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins. *J. Mol. Biol.*, 3, 3, 318—320, 1961.
105. Jaskowski L. Akklimatisation und Sterilität der Haustiere. *Zuchthygiene, Fortpflanzungsstörungen und Besamung der Haustiere*, 7, 3/4, 205—213, 1963.
106. Jelinek J. Vnitřní prostředí organismu. In: A. Holub, Fyziologie hospodárských zvierat, Praha, SZN, 9—22, 1969.
107. Jonsson P. Analyse af egenskaber hos svin af Dansk Landrace med en historisk inledning. København, 1965.
108. Jordan R. M., Hanke H. E. Effect of various tranquilizers on growing and fattening lambs. *J. Animal Sci.*, 19, 2, 639—642, 1960.
109. Joyce J. P., Blaxter K. L. Respiration in sheep in cold environments. *Res. in Vet. Sci.*, 5, 4, 506—516, 1964.
110. Jurčo V., Frtús J. Vplyv dojární na produkciu mlieka, tuku a zdravotný stav vemená. *Záverečná správa VUZV Nitra*, 1968.
111. Karakoz A. Základy plemenitby hospodárskych zvierat. Bratislava, SVPL, 1962.
112. Karakoz A. Súčasné poznatky o fenogenetike úžitkových vlastností hospodárskych zvierat. *Záverečná správa, VUZV Nitra*, 1971.
113. Karásek V. Nároky hospodárskych zvierat na mikroklima ustájení. In: Cermák J. a kol., Výstavba a mechanizace zemědělských velkovýrobních objektů v zahraničí. Praha, SZN, 1965.
114. Karg H. Das Verhalten der Bluteosinophilen als Belastungsprobe bei Rind und Schwein. *Zbl. Veterinärmedizin*, 2, 7, 1955.
115. Kelch F. Schlachtqualität beim Schwein und ihre Beeinflussung durch Transport und Schlachtvorgang. Rationalisierung der

viehwirtschaftlichen Erzeugung. *Schriftreihe des Max-Planck-Inst. für Tierzucht und Tierernährung* Mariensee, XIV, 1—16, 1960.

116. Kibler H. H., Brody S. Environmental physiology with special reference to domestic animals. XXVII. Influence of wind on heat exchange and body temperature regulation in Jersey, Holstein, Brown Swiss, and Brahman cattle. *Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 552, 1954.
117. Kleiber H. Liegezeitenvergleich von Leistungskühen bei Anbindehaltung mit Stroheinstreu und strohloser Haltung auf Gummimatten. *Arch. Tierzucht*, 9, 1/2, 139—143, 1966.
118. Klemm W. R. Animal Electroencephalography. New York, London, Acad. Press, 1969.
119. Kloss T. Egyes nagyüzemi zootechnikai műveletek (falkásítás, mázsálás) hatásának vizsgálata a szetészizlás eredményére. *Állattenyésztés*, 15, 4, 341—348, 1966.
120. Knap J. Vliv teploty loze a některých dalších mikroklimatických faktorů na užitkovost při výkrmu prasat. *Zivocisná výroba*, 36, 9, 545—556, 1963.
121. Knap J. Důležitost optimální plochy lože ve výkrmu prasat. *Výstavba soc. vesnice*, 7, 154—155, 1965.
122. Knap J. Využití etologických vlastností prasat při řešení technologie a techniky chovu. Súhrn referátov z vedeckého seminára: Otázky etologie hospodárskych zvierat ve veľkovýrobních podminkách Praha, ÚVTI, 1966.
123. Knap J. Etologie prasat ve vztahu k užitkovosti při různém počtu prasat v kotci. *Vedecké práce VUČHP v Kostelci n. Orli.*, 3, 149—157, 1970.
124. Knap J., Hájek J. Sledování denního režimu ve výkrmu prasat při různém počtu, váze a technologii krmení. *Zivocisná výroba*, 37, 12, 739—754, 1964.
125. Knap J., Hájek J. Hodnocení podlahových materiálů ve stájích pro prasata z hlediska tepelných ztrát ležících prasat. *Vedecké práce VUČHP v Kostelci n. Orli.*, 3, 159—168, 1970.
126. Knap J., Hájek J., Jelínek T. Výzkum podmínek pro vytvoření vhodného stájového mikroklima ve výkrmnách prasat. *Zivocisná výroba*, 12, 1, 55—72, 1967.
127. Koch W. Über Resistenz—Minderung und Konstitutionsprüfung bei Milchkühen. *Züchtungskunde*, 31, 8, 342—344, 1959.
128. Kolari O. E., Hervey A. L., Meiske J. C., Aunan W. J., Hanson L. E. The effect of feeding pelleted hay, pelleted ear corn and a tranquilizer to fattening cattle. *J. Animal Sci.*, 20, 1, 109, 1961.

129. Kolb E. Lehrbuch der Physiologie der Haustiere. Jena, VEB Gustav Fischer Verlag, 1962.
130. Kornmüller A. E. Architektonische Lokalisation bioelektrischer Erscheinungen auf der Grosshirnrinde. *J. Psychol.*, 44, 447—459, 1932.
131. Kotlinski J., Poznanski W., Skrzetuski L., Poznanska W. Wyniki tuczu swin a gestosc obsady w kojach. *Przegląd Hodowlany*, 32, 3, 33—36, 1964.
132. Koubek K., Hauptman J. Nová technologie chovu dojníc; výsledky pokusu s ustájením dojníc ve volné otevřené stáji ve srovnání s ustájením dojníc v tradiční stáji vazné. *Zivocisná výroba*, 34, 2, 85—118, 1961.
133. Kovalčík K. Analýza vplyvov pôsobiacich pri rôznych systémoch chovu na mliekovú úžitkovosť, plodnosť a zdravotný stav dojníc. Kandidátska dizertačná práca, VUZV Nitra, 1968.
134. Kovalčík K. Zootechnické a organizačné predpoklady chovu dojníc v podmienkach veľkovýroby. Zborník do sympózia o zivocisnej výrobe, Bratislava, vyd. MPVz, 317—321, 1970.
135. Kovalčík K., Chobot J. Porovnanie periodicity správania sa dojníc rôznych plemien vo voľnom ustajení a v mastali s priväzovaním. *Vedecké práce VUZV v Nitre*, 9, 9—18, 1971.
136. Kovalčík K., Chobot J. Vplyv poveternostných činiteľov a pomerov na lezovisku na správanie sa dojníc. *Vedecké práce VUZV v Nitre*, 9, 21—28, 1971.
137. Kovalčík K., Drienka J. Telemetrické sledovanie frekvencie srdiečného tepu u dojníc. *Zivocisná výroba*, 16, 1, 15—18, 1971.
138. Kovalčík K., Drienka J. Telemetrické sledovanie frekvencie dychu u kráv pri rôznych životných prejavoch. *Zivocisná výroba*, 17, 12, 873—881, 1972.
139. Kovalčík K., Drienka J., Szabová G. Sociálne správanie sa dojníc slovenského **strakatého** a čiernostrakatého plemena. *Zivocisná výroba*, 17, 2, 133—143, 1972.
140. Kovalčík K., Drienka J., Szabová G. Vplyv presunu kráv slovenského strakatého a čiernostrakatého plemena do voľného ustajnenia na mliečnu úžitkovosť. *Pol'nohospodárstvo*, 18, 3, 249—257, 1972.
141. Kovalčík K., Hudák J. Denný režim kráv rôznych plemien chovaných vo voľnom ustajení a v mastali s priväzovaním. *Vedecké práce VUZV v Nitre*, 6, 289—313, 1968.
142. Kovalčík K., Sottník J. Vyhodnotenie hlučnosti mastali pre dojnice. *Zemedelská technika*, 17, 9, 595—602, 1971.
143. Kovalčík K., Sottník J. Vplyv hluku na mliekovú úžitkovosť krav. *Zivocisná výroba*, 16, 10/11, 795—804, 1971.

144. Kovalčík K., Sottník J. Vplyv hluku na správanie sa kráv. *Pol'nohospodárstvo*, 18, 4, 336—344, 1972.
145. Kraggerud H. Schweineställe. Eine Anleitung für den Bau und Einrichtung gesunder Zucht-und Mastställe. Hamburg—Berlin, Paul Parey Verlag, 1963.
146. Kronacher K. Züchtungslehre. Berlin, Paul Parey Verlag, 1929.
147. Krumbiegel I. Biologie der Säugetiere. Krefeld, AGIS Verlag, G. m. b. H., 1954.
148. Kudlička K. a kol. Obecná studie k otázkám koncentraci dojníc na jedné farmě. Pelhřimov, 1970.
149. Кудрявцев А. А. Higher nervous activity and the physiology of the senses in lactating cows. *Int. Dairy Congr*, 16, 565—572, 1962.
150. Lee D. H. K. Studies of heat regulation in the sheep with special reference to the Merino. *Austr. J. Agric. Res.*, 1, 2, 200—216. 1950.
151. Levine S. Stress and behavior. *Scientific American*, 224, 1, 26—31, 1971.
152. Lewis P. K., Jr., Brown C. J., Heck M. C. The effect of periodic electric shock prior to slaughter on the eating quality of fresh and cured pork. *J. Animal Sci.*, 18, 4, 1477, 1959.
153. Lewis P. K., Jr., Brown C. J., Heck M. C. Effect of stress on certain pork carcass characteristics and eating quality. *J. Animal Sci.*, 21, 2, 196—199, 1962.
154. Liebenberg O. Physiologische und psychologische Fragen bei der Haltung von Rindern in Grossbeständen. *Tierzucht*, 19, 9, 490—496, 1965.
155. Liebenberg O., Lenschow J. Ein Beitrag zur Offenstallhaltung der Milchkühe. *Tierzucht*, 8, 10, 318—323, 1954.
156. Lips Ch. Ergebnisse von Verhaltensbeobachtungen bei Mastschweinen. Tagungsberichte 67. Probleme der Verhaltensforschung bei Rind und Schwein, 27—37, 1964.
157. Лобашев М. Е. Генетика. Л., изд.-во ЛГУ, 1967.
158. Löhr J. Herztod und Transportschäden bei Schweinen. *Tierzüchter*, 19, 10, 320—322, 1967.
159. Ludwigsen J. B. Der Symptomkomplex mangelnder Anpassungsfähigkeit bei Schweinen. Madrid, 474—504, 1960.
160. Lüttig J. Unterschiedliche Akklimatisation von zwei importierten Rinderherden. *Mh. Veterinärmedizin*, 17, 17, 691—696, 1962.
161. Lützenkirchen A. Der Thorn-Test und seine klinische Bedeutung. *Deutsche med. Wochenschrift*, 76, 50, 1600, 1951.

162. Lyhs L., Nichelmann M., Steinhardt M. Hauttemperatur des Schweines bei verschiedener Umgebungstemperatur. *Mh. Veterinärmedizin*, 24, 13, 494—496, 1969.
163. Maddex R. L. Cleaner cows, less bedding — two big advantages of free-stall dairy housing. *Electricity on Farm*, 36, 9, 14—17, 1963.
164. Manning A. An introduction to animal behaviour. London, Arnold, 1967.
165. Martinot R. Vergleich des Offenstalls (mit Einstreu) mit dem Boxenliegestall für Milchkühe. Kolloquium CIGR, Lund, Schweden, 1966.
166. Maule J. P. Europäische Rinderrassen in den Tropen und Subtropen. In: Hammond J., Johansson I., Haring F., Handbuch der Tierzucht, Hamburg und Berlin, Paul Parey Verlag, Bd. III, Erster Teil, 1961.
167. McBride G. Behavioral measurement of social stress. In: Adaptation of Domestic Animals, Philadelphia, Lea a. Febiger, 360—366, 1968.
168. McDonald M. A., Bell J. M. Effect of low fluctuating temperatures on farm animals. I. Influence of ambient air temperature on the respiration rate, heart rate and rectal temperature of lactating Holstein—Friesian cows. *Canad. J. Animal Sci.*, 38, 1, 10—22, 1958.
169. McHugh T. Social behaviour of the American buffalo. *Zoologica*, 43, 1, 1—10, 1958.
170. McPhee C. P., McBride G., James J. W. Social behavior of domestic animals. III. Steers in small yards. *Animal Production*, 6, 1, 9—15, 1964.
171. Meiner E. Vergleichende Untersuchungen über die Milchviehhaltung in vier verschiedenen Aufstallungssystemen innerhalb des VE—Gutes Eisleben. *Kühn-Archiv*, 80, 1, 55—94, 1966.
172. Meischner W. Einige Probleme der Verhaltensforschung an Hausrindern. *Zuchthygiene, Fortpflanzungsstörungen und Besamung der Haustiere*, 7, 3/4, 146—160, 1963.
173. Meites I. Mammary growth and lactation. In: Cole H. H., Cupps P. T., Reproduction in domestic animals, New York and London, Acad. Press, v. I, 539—593, 1959.
174. Menaker M., Eskin A. Biological rhythm. In: Adaptation of Domestic Animals, Philadelphia, Lea a. Febiger, 141—152, 1968.
175. Mensik M. Vliv klimatických podmínek a ustájení na zdraví zvířat. Speciální zootechnika — chov prasat. Praha, SZN, 1960.
176. Mielke H. Die Milchspeicherung in der Rindermilchdrüse. *Vet. med. Habie. Schrift*, Leipzig, 1965.

177. Mielke H. Ergebnisse und Bedeutung der tierphysiologischen Grundlagenforschung für eine moderne Melktechnik. *Mh. Veterinärmedizin*, 25, 395—405, 1970.
178. Mielke H., Tröger F. Laktationsphysiologie und maschinelles Melken. *Tierzucht*, 17, 5, 210—213, 1963.
179. Mikus M. Výskum možností strojového dojenja oviec u nas. *Vedecké práce Vysk. Ústavu Ovcíarsk. v Trenčine*, 5, 121—146, 1970.
180. Минаков К. Л. Изменения физиологических процессов у высокопродуктивных коров. *Сов. зоотехния*, 7, 9, 84—91, 1952.
181. Михайлюк П. М. Зоотехническо-морфологические показатели швицкого скота. В кн.: Кормопроизводство и животноводство. М., «Колос», 107—112, 1964.
182. Monge C., Sr., Monge C., Jr. Adaptation to high altitude. In: *Adaptation of Domestic Animals*, Philadelphia, Lea a. Febiger, 194—201, 1968.
183. Mount L. E. Adaptation of swine. In: *Adaptation of Domestic Animals*, Philadelphia, Lea a. Febiger, 277—291, 1968.
184. Mráz A. Stresy a ich vplyv na úžitkovosť a zdravotný stav osípaných vo veľkochovoch. *Veterinárství*, 21, 2, 65—68, 1971.
185. Надальяк Е. А. Двигательно-оборонительные условные рефлексы крупного рогатого скота на основе слухового анализатора. Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. биол. наук, М., 1954.
186. Nedopil F. Tloušťka kuze skotu a její závislost na plemeni, stáří, pohlaví a ostatních činitelích. *Zivocisná výroba*, 15, 7/8, 521—528, 1970.
187. Nehring K. Lehrbuch der Tierernährung und Futtermittelkunde. Radebeul und Berlin, Neumann Verlag, 1959.
188. Niederehe H. Erfahrungen mit der Flüssig-Stickstoff-Kühlung. *Fleischwirtschaft*, 48, 3, 278—280, 1968.
189. Nisbet A. M. Arterio-venous anastomoses in the teat of a cow. *Nature*, 178, 4548, 1477, 1956.
190. Olofsson S. Observationer av nötkreatur vid betesgang och stallutfodring. Uppsala. *Landbrukshögskolans Meddel., Serie A*, 24, 1—90, 1964.
191. Ondrouch A., Winter Z. Elektrická měření na živém organismu. Praha, SNTL, 1964.
192. Osinska Z., Kielanowski J. Relationship between meat colour and feed efficiency in pigs. *Animal Production*, 2, 2, 209—212, 1960.
193. Parer J. T. Wool length and radiant heating effects in sheep. *J. Agric. Sci.*, 60, 1, 141—144, 1963.

194. Пейнович М. Л. Двухтактная доильная машина «Доярка». В кн.: Машинное доение коров, М., Сельхозиздат, 1962.
195. Пейнович М. Л. Физиологическое значение молочных цистерн вымени в секрети молока. В кн.: Физиологические механизмы машинного доения, М.—Л., Наука, 68—79, 1964.
196. Petersen W. E. The science of milking. Farming, III, 1949.
197. Pilz K., Winkler H. Akklimatisationsversuch mit Rotvieh. *Arch. Tierzucht*, 7, 3, 219—232, 1964.
198. Pisa A. Fyziologie domácích zvířat. Poznámky k přednáškám. Brno, SPZI, 1946.
199. Plesník J., Kovalčíková M., Hečko R. Plodnosť a zdravotný stav rôznych plemien hovädzieho dobytku. *Záverecná správa*. VÚZV, Nitra, 1970.
200. Plesník J., Kovalčíková M., Hečko R. Plodnosť a výskyt zdravotných porúch u kráv dojnejších plemien vo vol'nom ustajnení. *Zivoclsná výroba*, 16, 5, 365—372, 1971.
201. Plesník J., Kovalčíková M., Kovalčík K. Mlieková úžitkovosť dojnejších plemien vo vol'nom ustajnení. *Zivocisná výroba*, 15, 12, 883—892, 1970.
202. Porzig E. Vorläufige Ergebnisse zum Einfluss der sozialen Rangordnung auf das Verhalten des Hausrindes. Intern. Kolloquium, Leipzig, 1965.
203. Porzig E. Die soziale Rangordnung des deutschen schwarzbunten Rindes, ein Beitrag zur Klärung der Laufstallhaltung in Grossbeständen. Diss. Leipzig, 1966.
204. Porzig E. Neue Erkenntnisse in der Gruppenthaltung landwirtschaftlicher Nutztiere. *Wiss. Z. Friedrich-Schiller-Univ. Jena, Math.-Naturw. Reihe*, 16, 4, 583—589, 1967.
205. Porzig E. u. a. Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Berlin, VEB Landwirtschaftsverlag, 1969.
206. Porzig E., Czako J. Verhalten von Schafen. In: Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere, Berlin, 236—262, 1969.
207. Porzig E., Wenzel G. Verhalten der Milchkühe nach der Umstellung aus dem Abkalbestall in den Boxenlaufstall. *Tierzucht*, 23, 12, 535—537, 1969.
208. Ragsdale A. C., Thompson H. J., Worstell D. M., Brody S. Environmental physiology with special reference to domestic animals. XII. Influence of increasing of temperature, 40° to 105°F on milk production in Brown Swiss cows, and on feed and water consumption and body weight in Brown Swiss and Brahman cows and heifers. *Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 471, 1951.
209. Riedel L. Versuche zur Bestimmung der spezifischen Wärme des gebundenen Wassers. *Kältetechnik*, 18, 193—194, 1966.

210. Ritze W. Schweinezucht, Haltung und Fütterung. Berlin, Deutsche Bauernverlag, 1957.
211. Sambraus H. H. Zur sozialen Rangordnung von Rindern. *Z. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, 86, 3, 240—257, 1970.
212. Sambraus H. H. Die soziale Rangordnung von Rindern und ihre Folgen. *Tierzüchter*, 23, 9, 49—51, 1971.
213. Sayre R. N., Briskey E. J., Hoekstra W. G., Bray R. W. Effect of preslaughter change to a cold environment on characteristics of pork muscle. *J. Animal Sci.*, 20, 3, 487—492, 1961.
214. Sayre R. N., Briskey E. J., Hoekstra W. G. Effects of excitement, fasting and sucrose feeding on porcine muscle, phosphorylase and post-mortem glycolysis. *J. Food Sci.*, 28, 4, 472—477, 1963.
215. Schein M. W., Fohrman M. H. Social dominance relationships in a herd of dairy cattle. *Britt. J. Animal Behaviour*, 3, 2, 45—55, 1955.
216. Schepers J. Über den Einfluss des Transportes auf die Fleischbeschaffenheit bei Schweinen. *Jahresbericht der Bundesanstalt für Fleischforschung*. Kulmbach, 1, 17—20, 1962.
217. Schepers J. Zum Problem des Transportes von Schlachtschweinen. *Schlacht-und Viehhofzeitung*, Hannover, 64, 10, 399—406, 1964.
218. Schloeth R. Das Sozialleben des Camarque-Rindes. *Z. Tierpsychologie*, 18, 5, 574—627, 1961.
219. Schmidt F. Der Fischgrätenmelkstand in Blickfeld der Ökonomie. *Tierzucht*, 17, 12, 544—548, 1963.
220. Schmidt-Nielsen B., Schmidt-Nielsen K., Houpt T. R., Jarnum S. A. Water balance of the camel. *Am. J. Physiol.*, 185, 185—194, 1956.
221. Schmisser W. E., Albright J. L., Dillon W. M., Kehrberg E. W., Morris W. H. M. Animal behavior responses to loose and free stall housing. *J. Dairy Sci.*, 49, 1, 102—104, 1966.
222. Scholz K., Himmel U., Lips C. Problematik, Methodik und Ergebnisse von Untersuchungen zum Verhalten der Rinder und Schweine in Grossbeständen. *Arch. Tierzucht*, 7, 1, 3—20, 1964.
223. Scholz K., Lips C. Zur Frage des Lichteinflusses auf die Mast- und Schlachtleistung von Schweinen. *Tierzucht*, 18, 12, 639—640, 1964.
224. Scholz K., Pechert H. Zum Problem des Lärmeinflusses in der Tierhaltung. *Deutsche Landw.*, 9, 8, 388—389, 1958.

225. Schropp W., Lohner J. Vorläufige Betrachtungen der bisherigen Offenstallversuchsergebnisse bei Milchvieh auf dem Veitshof. *Züchtungskunde*, 29, 3, 105—115, 1957.
226. Scott J. P. Social behavior, organisation and leadership in a small flock of domestic sheep. *Comp. Psychol. Monogr.*, 18, 1, 12—20, 1945.
227. Scott J. P. *Animal Behavior*. Chicago, Univ. Press, 1959.
228. Sedláková L. Vliv různých způsobů předkládání objemových krmiv na rychlost a dobu jejich přijímání u dojnic. Referat na vedeckom seminári: Otázky etologie hospodárskych zvierat ve veľkovýrobních podmínkach. Praha, ÚVTI, 1966.
229. Seifert H. S. H. Ist Rinderhaltung auf Standorten in grossen Höhen der Südamerikanischen Anden möglich? *Tierzüchter*, 23, 7, 192—196, 1971.
230. Selye H. A. syndrom produced by diverse nocuous agents. *Nature*, 138, 3479, 32, 1936.
231. Selye H. *The stress of life*. New York, Mc Grow-Hill, 1956.
232. Selye H. *From dream to discovery*. Mc Graw-Hill Book Company, New York, Toronto, London, 1964.
233. Селье Г. На уровне целого организма. М., «Наука», 1972.
234. Siegl O. Das Verhalten von Mastschweinen bei der Möglichkeit wahlweiser Aufnahme von Trocken- und Nassfutter. *Arch. Tierzucht*, 5, 5, 307—321, 1962.
235. Slee J. Variation in the response of shorn sheep to cold exposure. *Animal Production*, 8, 3, 425—434, 1966.
236. Smidt D. Meteorologische Einflüsse auf die Fortpflanzung bei Haustieren. *Tierzüchter*, 22, 7, 188—190, 1970.
237. Sommer H. Über die Beziehung zwischen Wetter und Milchleistung des Rindes. *Bayer. landw. Jahrb.*, 42, 3, 311—323, 1965.
238. Southcott W. H., Roe R., Turner H. N. Grazing management of native pastures in the New England region of New South Wales. *J. Agric. Res.*, 13, 5, 880—893, 1962.
239. Staffe A. *Haustier und Umwelt*. Bern, P. Haupt Verlag, 1948.
240. Steinhof D., Weniger J. H., Grünhagen H. Besteht ein Zusammenhang zwischen Skelettveränderungen und der Produktion von Wachstumshormonen beim Schwein? *Schweinezucht und Schweinemast*, 16, 6, 148—151, 1968.
241. Stevenson J. A. F. The hypothalamus in the regulation of energy and water balance. *Physiologist*, 2, 305—318, 1964.
242. Stottmeister W., Lamprecht P. Die Verhaltensweise der Kühe bei einstreuloser Aufstallung und reduziertem Krippenabschnitt. *Deutsche Landw.*, 17, 7, 352—356, 1966.
243. Sulman F. G. *Hypothalamic control of lactation*. Berlin — Heidelberg — New York, Springer Verlag, 1970.

244. Sutherland T. M. Genetic mechanisms in adaptation. In: *Adaptation of Domestic Animals*, Philadelphia, Lea a. Febiger, 155—163, 1968.
245. Sybesma W., de Heer J. C. M. Die Wirkung verschiedener Temperaturen und Luftfeuchtigkeit auf das Fleisch. 9. Tagung der europ. Fleischforscher in Budapest, 1963. *Fleischwirtschaft*, **44**, 126—127, 1964.
246. Sybesma W., Hart P. C. Einige Aspekte zum blassen und wässrigen Schweinefleisch. *Fleischwirtschaft*, **45**, 6, 643—645.
247. Sybesma W., Hessel de Heer J. C. M. LDH₅-Gehalt und Fleischqualität beim Schweinen. Vortrag auf dem 13. Kongress der europäischen Fleischforscher, 1967 in Rotterdam. *Fleischwirtschaft*, **48**, 326, 1968.
248. Sych E., Bayer A. Untersuchungen über die Herzfrequenz der Kühe beim Maschinenmelken. *Z. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, **86**, 3, 262—272, 1970.
249. Szép I. A szabadtartásos tehényészetek bioklíma — vizsgálata és az azokból levonható következtések. Az agrártudományi egyetem mezőgazdaságtudományi karának közleményei, 315—325, 1965.
250. Szép I. Stress jelentősége az állattenyésztésben. Budapest, Agro-Inform, 1968.
251. Tangl H. Die wärmeregulierende Fähigkeit der Haustiere. *Tierzucht*, **10**, 12, 418—423, 1956.
252. Тангль Г. Возможности использования явлений стресса в практике животноводства. *Международный с.-х. журнал*, **4**, 65—67, 1965.
253. Terrill C. E. Adaptation of sheep and goats. In: *Adaptation of Domestic Animals*, Philadelphia, Lea a. Febiger, 246—263, 1968.
254. Thomas O. O. Effect of dynafac, bacitracin, and phosphorus in wintering rations for weaned heifers. *J. Animal Sci.*, **18**, 3, 1175, 1959.
255. Thwaites C. J. Photoperiodic control of breeding activity in the Southdown ewe with particular reference to the effects of an equatorial light regime. *J. Agric. Sci.*, **65**, 1, 57—64, 1965.
256. Tindal J. S., Knaggs G. S. Environmental stimuli and the mammary gland. In: *Hormones and the environment*, Cambridge, Univ. Press, 1970.
257. Tribe D. E., Lloyd A. G. Effect of stocking rate on the efficiency of fat lamb production. *J. Austr. Inst. Agric. Sci.*, **28**, 4, 274—278, 1962.
258. Unshelm J. Untersuchungen zur Frage der Zusammenhänge zwischen Nebennierenrindenfunktion und Mastleistung bei

- Jungbullen. *Z. Tierphysiol. Tiernähr. Futtermittelk.*, 16, 1, 19—30, 1961.
259. Unshelm J. Konstitutionsprobleme beim Schwein. *Tierzüchter*, 19, 10, 1967.
260. Veilleux R. The stress concept as we see it today. *Adv. Vet. Sci.*, 8, 189—213, 1963.
261. Vöhringer K. Tierpsychologie und Tierhaltung. Industriemässige Produktion in der Landwirtschaft. *Wiss. Z. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg*, 14, Sonderheft, 115—129, 1956.
262. Wagnon K. A. Social dominance in range cows and its effect on supplemental feeding. *California Agr. Exp. Sta. Bull.* 819, 1965.
263. Wagnon K. A., Loy R. G., Rollings W. C., Carroll F. D. Social dominance in a herd of Angus, Hereford and Shorthorn cows. *Animal Behaviour*, 14, 4, 474—479, 1966.
264. Waites G. M. H. The effect of heating the scrotum of the ram on respiration and body temperature. *J. Exper. Physiol.*, 47, 314—323, 1962.
265. Weidlich Ch., Wulf Ch. Beobachtungen über Fresszeiten bei Kühen. *Deutsche Landw.*, 1961, 12, 1, 40—42, 1961.
266. Weirich H. A. Die Prüfung der hormonalen Konstitution bei Rindern durch Belastung. *Z. Tierzüchtung und Züchtungsbiologie*, 74, 2, 140—158, 1960.
267. Whiteman J. V., Brown K. J. The effect of delayed shearing of ewes and daytime cooling of rams on late spring breeding performance. *J. Animal Sci.*, 18, 1, 392—398, 1959.
268. Williams G. Observation on the fertility of newly established herds. *Vet. Rec.*, 72, 11, 197—200, 1960.
269. Wingert F. C., Knodt C. R. Effects of the total floor space allocation for swine during the finishing period. *J. Animal Sci.*, 19, 4, 1300, 1960.
270. Wismer-Pedersen J. Quality of pork in relation to rate of pH-change post mortem. *Food Res.*, 24, 6, 711—727, 1959.
271. Witt M. Euter und Milchbildung, das Melken und Milch. In: Hammond J., Johansson I., Haring F., Handbuch der Tierzüchtung, Hamburg und Berlin, Paul Parey Verlag, v. 1, 248—304, 1958.
272. Wodzicka M. Studies of the thickness and chemical composition of the skin of sheep. III. Effect of shearing. *N. Z. J. Agric. Res.*, 1, 601—606, 1955.
273. Woodbury A. M. Changing the «hook order» in cows. *Ecology*, 22, 4, 410—411, 1941.
274. Worstell D. M., Brody S. Environmental physiology and shelter engineering, with special reference to domestic animals.
- 256.

- XX. Comparative physiological reactions of European and Indian cattle to changing temperature. *Missouri Agr. Exp. Sta. Res. Bull.* 515, 1953.
275. Yeates N. T. M. The effect of high air temperature on pregnancy and birth weight in Merino sheep. *Austr. J. Agric. Res.*, 7, 5, 435—439, 1956.
276. Yeates N. T. M. Foetal dwarfism in sheep—an effect of high atmospheric temperature during gestation. *J. Agric. Sci.*, 51, 1, 84—89, 1958.
277. Zaoral J. Vyhodnocení provozu dojíren zejména rybinových ve vztahu k mléčné užitkovosti krav. *Závěrečná správa, VÚSHS Papotin*, 1965.
278. Zeeb K. Verhaltensforschung und Haustierhaltung. *Tierzüchter*, 16, 3, 74—76, 1964.

- Анаболизм** — химические процессы синтеза более сложных веществ из более простых, идущие с накоплением энергии и приводящие к росту тканей.
- Анаэробные процессы** — процессы, происходящие в отсутствие кислорода.
- Ганглии** — скопления нервных клеток, расположенных вне головного и спинного мозга (у позвоночных животных). Скопления нейронов в головном или спинном мозге называются нервными центрами.
- Гаплоидия** — явление, при котором все клетки тела организма содержат одинарный набор хромосом. Естественная полиплоидия существует у бактерий, одноклеточных водорослей и на некоторых стадиях развития — у грибов. Высшие организмы диплоидны, т. е. все их клетки содержат по два одинаковых набора хромосом. Каждая хромосома одного набора имеет парную ей (гомологичную) хромосому в другом наборе. Непарны лишь Y-хромосомы в половых клетках самцов (у птиц и у бабочек, наоборот, у самок). При образовании половых клеток каждая из них получает лишь один набор хромосом, т. е. половые клетки гаплоидны. При слиянии во время оплодотворения мужской и женской половых клеток вновь образуется диплоидная клетка — зигота (см.). Зигота многократно делится митотическим путем (см. Митоз), давая начало новому диплоидному организму.
- Геном** — гаплоидный (одинарный) набор хромосом с содержащимися в нем генами.
- Генотип** — совокупность всех генов организма (у диплоидных организмов — совокупность генов полного диплоидного набора хромосом).
- Генофонд популяции** — совокупность генов всех образующих данную популяцию организмов.
- Гетерозигота** — особь, у которой каждый из двух наборов хромосом (см. Гаплоидия) содержит не вполне одинаковые гены. Гены, один из которых находится в некотором участке a хромосомы A одного гаплоидного набора, а другой — в аналогичном участке a_1 гомологичной хромосомы A_1 другого гаплоидного набора, называются аллелями. У гетерозиготных особей аллели могут быть неодинаковы в одной или во многих парах таких аллельных генов. Тот аллельный ген из пары неодинаковых генов, признаки которого проявляются в фенотипе (см.), называется доминантным; другой аллель из той же пары, не проявляющийся в фенотипе, называется рецессивным (см. Рецессивные мутации).
- Гипоталамус** — образование, расположенное в основании головного мозга. Это один из самых древних отделов промежуточного мозга позвоночных животных. Он отвечает за поддержание постоянства внутренней среды организма, реагируя на каждое

ее изменение командами, управляющими целесообразным поведением животного. Гипоталамус играет важную роль и в сфере эмоционального поведения.

Гипофиз — парная железа, расположенная непосредственно под гипоталамусом. Передняя и задняя доли гипофиза развиваются независимо из двух разных эмбриональных закладок и выполняют различные эндокринные функции.

Глобулины — белки, нерастворимые в воде, но растворимые в солевых растворах. Глобулины относятся к так называемым простым белкам, состоящим только из аминокислот.

Зигота — диплоидная клетка, образующаяся при слиянии женской (яйцеклетка) и мужской (сперматозоид) половых гаплоидных клеток.

Катаболизм — расщепление или распад сложных веществ протоплазмы, происходящие с выделением энергии.

Митоз — деление клеток, при котором каждая дочерняя клетка получает полный диплоидный набор хромосом материнской клетки. Посредством митотических делений осуществляется процесс роста тканей. В отличие от митоза при мейозе образуются гаплоидные половые клетки (см. *Гаплоидия*).

Мутант — особь, несущая в клетках своего тела ту или иную мутацию (см.).

Мутации — всевозможные изменения наследственной основы организма. Эти изменения могут затрагивать один ген, целую хромосому (см. *Хромосомные перестройки*) или весь геном (например, при изменении числа хромосом в одинарном их наборе).

Нейрит (неврит, аксон) — длинный отросток нервной клетки (нейрона), достигающий иногда до 1 м длины. Каждый нейрон имеет только один аксон и один или несколько коротких отростков — дендритов. Конечные разветвления аксона одного нейрона входят в соприкосновение с разветвлениями дендритов или с телами других нейронов (см. *Синапс*).

Нейрофибриллы — тонкие волокна в теле нейрона и его отростках. Функция нейрофибрилл неизвестна¹.

Норма реакции — диапазон возможных проявлений фенотипа (см.), обусловленный свойствами данного генотипа. Наследуется не фенотип как таковой, а лишь определенная норма реакции, которая может быть реализована по-разному, но в некоторых пределах, обусловленных спецификой генотипа.

Оперон — сцепленная группа структурных генов (т. е. генов, отвечающих за синтез определенных белков), которая имеет один общий оператор. Оператор — это тот участок одного из структурных генов в составе оперона, на который действует вещество репрессор, вырабатываемое геном-регулятором. Оперон и ген-регулятор пространственно разобщены в клетке.

Парасимпатическая система — наравне с симпатической составляет часть вегетативной нервной системы. Каждый внутренний орган иннервируется одновременно парасимпатическими и симпатическими нервами, оказывающими на него противоположные действия. Например, парасимпатические нервы ослабляют и замедляют сокращения сердца, а симпатические — усиливают и уско-

¹ См. Д. Ж. Шаде, Д. Форд. Основы неврологии. М., «Мир», 1976, стр. 145. — Прим. ред.

ряют. Парасимпатические сужают, а симпатические — расширяют зрачок и т. д.

Популяция генетическая — совокупность особей со сходными генотипами, населяющих определенную территорию и свободно скрещивающихся между собой.

Ретикулоэндотелиальная система — совокупность тех клеток организма, которые способны путем фагоцитоза активно поглощать («заглатывать») чужеродные тела — бактерий, простейших (амеб и др.), остатки погибших клеток. Такие фагоцитарные клетки существуют в соединительных тканях тела, в тканях кровеносных органов (костный мозг; селезенка и др.), в стенках капилляров многих внутренних органов.

Рецессивные мутации — мутации (см.), результат которых не проявляется в фенотипе (см. *Гетерозиготы*) и которые поэтому сами по себе не подвержены действию естественного отбора. Даже потенциально вредные рецессивные мутации в силу того, что они не устраняются отбором, накапливаются в генофонде (см.) популяции и увеличивают резерв потенциальной генетической изменчивости.

Симпатическая система — см. *Парасимпатическая система*.

Синапс — место контакта аксона (см. *Нейрит*) одного нейрона с телом или с дендритом другого нейрона. Расстояние между контактирующими участками таких нейронов в месте синапса равно примерно двум миллионным долям сантиметра (200 ангстрем). Нервный импульс преодолевает это расстояние при помощи химических передатчиков.

Соматические клетки — диплоидные клетки тканей тела в отличие от гаплоидных половых клеток и тех клеток, из которых последние образуются.

Территориальное поведение — поведение, связанное с активной охраной особью или группой особей некоторого пространства (территории) от проникновения посторонних особей.

Фенотип — совокупность признаков данной особи в каждый данный момент развития. Фенотип представляет собой результат взаимодействия между генотипом и окружающей средой.

Филогенез — процесс эволюции видов, в ходе которого за счет накопления мутаций в последовательных поколениях изменяются свойства каждого вида и увеличивается число видов.

Хромосомные перестройки — мутации, связанные с разрывами отдельных хромосом, а также с объединением целых хромосом или их фрагментов.

Эпигенез — развитие организма путем появления последовательных новообразований, диктуемых главным образом условиями внешней среды.

Этограмма — каталог характерных особенностей поведения данного вида или данной породы животных.

Составил Е. Н. Панов

Аборты
Адаптац
— генети
— к гор
— к тр
22—2
— к усл
— к хо
58—5
— морф
— повед
— физис
Адаптац
кальнь
— — об
Аденози
95
Адрениа
95, 14
Акклима
— влия
— сезон
Акромег
Альбино
Альдост
Аммиак
Антигор
Апорепр
Аппетит
возду
— — тем
116,
Атмосфе
Базедов
Бактери
Бараны
— сперм
Барореп
Белков
Беремен
Бизоны

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

Аборты 90, 129
 Адаптация анатомическая 18
 — генетическая 10, 48—56
 — к горному климату 61—65
 — к тропическому климату 22—23, 59—62
 — к условиям питания 36—37
 — к холоду 20, 23, 30—31, 58—59
 — морфологическая 10, 18
 — поведения 41—48
 — физиологическая 10, 28—41
 Адаптационный синдром локальный 81
 — — общий 69, 71
 Аденозинтрифосфат (АТФ) 94, 95
 Адриали 75, 79, 85, 89, 92, 95, 149, 236, 239
 Акклиматизация 56—65
 — влияние возраста 57
 — сезонная 58
 Акромегалия 204
 Альбиносы 22
 Альдостерон 39, 78
 Аммиак 123
 Антигормоны 17
 Апорепрессоры 53
 Аппетит, влияние влажности воздуха 113
 — — температуры 104, 106, 111, 116, 117
 Атмосферное давление 61

 Базедова болезнь 85
 Бактерии 54
 Бараны, драки 212
 — сперматогенез 124—125
 Барорецепторы 93
 Белковый обмен 84
 Беременность 98
 Бизоны 44

Биоэлектрические потенциалы 226—227
 Боксы для коров 139—141
 Болезнь 66—68

 Вазомоторные центры 35
 Величина тела 18
 Верблюд 19, 20, 25, 26, 38, 47
 Ветер 106, 114
 Висцеромоторная система 74
 Влажность воздуха 31, 112—113
 Волк 18
 Вода метаболическая 38, 45
 Водный баланс 38—39
 Воспаление 78, 81, 90
 Выгул 135—136
 Вымя 92, 216
 Высокогорные условия 10, 62—65, 118—120

 Гемоглобин 61
 Геном 55
 Генотип 55
 Гены 51—54
 Гетерозиготность 49
 Гипертермия 100
 Гипертрофия сердца 41
 Гипоталамус 16, 17, 30, 33, 35, 46, 75, 76, 86—88, 115, 182, 239
 Гипотермия 100, 106
 Гипофиз 16, 17, 30, 39, 76—78, 83, 85—89, 91—93, 108, 115, 116, 202
 Гликоген 37, 94—96, 195—197
 Гликолиз 94, 195—197
 Глобулины 79
 Глюкоза 75
 Глюкокортикоиды 78, 237
 Голодание 37, 98
 Гомеостаз 12, 29
 — генетический 48—49

Гомойотермия 100
 Гомойотермные животные 30, 97
 Гонады 76—78
 Гормон рост — *см. Соматотропин*
 Гормональная система 16
 Гормоны (*см. также Окситоцин, Пролактин, Релаксин, Соматотропин, Тиреотропин, Тироксин*)
 — адаптационные 78
 — адренокортикотропный (АКТГ) 63, 76, 77, 84, 85, 91, 206, 237—239
 — антагонизм 78, 84, 92
 — антидиуретический (АДГ) 39, 75
 — гонадотропные (*см. также лютеинизирующий, фолликулостимулирующий, Пролактин*) 86, 90—92
 — лютеинизирующий (ЛГ) 86, 87, 92, 115
 — лютеотропный — *см. Пролактин*
 — меланофоровый 89
 — метаболические 93
 — овариальные 92
 — пусковые 76
 — соматотропный — *см. Соматотропин*
 — стероидные 76
 — стимулирующий интерстициальные клетки — *см. лютеинизирующий*
 — тиреотропный — *см. Тиреотропин*
 — тканевые 17
 — фолликулостимулирующий (ФСГ) 86, 87, 92, 115, 116
 Горная болезнь 62
 Горные пастбища 118
 Гранулированный корм 186
 Грузовики 193
 Двенадцатиперстная кишка 69
 Дезоксикортикостерон 78
 Дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) 52
 Диастола 40, 201
 Доеение 148—156
 Доильные машины для овец 216

Доильные установки 148—150, 153, 177
 Дрожь 108—110
 Дыхание, частота 30, 33, 60, 110—112, 221—223
 Ежи 41
 Естественный отбор 9, 10, 49—50, 55, 82, 191
 Жвачные 28, 32
 Железнодорожные перевозки 193
 Железы внутренней секреции 16, 36
 — пахучие 43
 Желтое тело 86, 92
 Желудок 27, 40, 69
 Жеребята 47
 Живая масса после перемещения 173
 Жидкости тела 38, 46
 Жир 20, 25, 37, 38, 58, 59
 — молока 118
 Жирафа 18
 Жировой обмен 80—79, 84
 Защита от врагов 43—44
 Защитная окраска 23
 Заяц 43
 Зигота 9
 Зона комфорта 99
 Зрение 15
 Иерархия в стаде 162
 Изоляция как стресс 82
 Иммуниетет 79
 Инстинкты 42—43, 87—88, 125
 Инсулин 236
 Интероэффекторы 16
 Информация 82
 Искусственный отбор 43, 200
 Испарение 31—32
 Истощение 73—74, 80
 Калий 78, 85
 Кальций 36, 95, 116, 118
 Каннибализм 191—192
 Каротиноиды 22
 Катаболизм 93, 94
 Катехоламины 75
 Кислород 61, 90
 Кишечник 27, 85
 Клетка 28—29
 Климат 97
 Кожа 10, 20—22, 33, 39, 40, 84

Козы 115, 151
 Коллапс 41
 Конвекция 31
 Конечности, величина 19
 Конституция 199—201, 238
 Координация адаптационных процессов 10
 Копыта 20
 Коровы — см. *Крупный рогатый скот*
 Кортизол 78, 79
 Кортизон 78, 83, 96
 Кортикоиды 78, 82, 237
 Кортикостерон 78
 Кошка 27, 47
 Креатинфосфат 95
 Кровоснабжение органов 33—35, 39, 74
 Кровь, минеральные вещества 183
 Кровяное давление 75, 83, 116
 Кролик 19, 85, 152
 Крупный рогатый скот, аборт
 129
 ——— адаптация к холоду 48, 59
 ——— акклиматизация 56, 59—60
 ——— африканский 19
 ——— беспривязное содержание 65, 135
 ——— боксовое содержание 139—142
 ——— борьба за социальный ранг 170—172
 ——— браманский 19, 20, 44, 45, 47, 118, 128
 ——— влияние перегрева 110
 ——— — погоды 115
 ——— — холода 120
 ——— — шума 156—162
 ——— выделение молока 150—153
 ——— высшая нервная деятельность 155—157
 ——— герефордский 24, 128
 ——— гернсейский 128
 ——— гипертермия 110
 ——— голштинский 47, 104, 116, 117, 128
 ——— горные породы 44
 ——— джерсейский 47, 104, 116, 128
 ——— додаивание 154—155
 ——— доение 153—154

——— драки 45, 170
 ——— задержание последа 90
 ——— испарение 110
 ——— кожа 21, 34—35
 ——— контактные животные 164
 ——— конфликты 162—164
 ——— кормление 142—148
 ——— красный датский, 63, 135—137, 145
 ——— критическая температура 101
 ——— кровоснабжение кожи 34—35
 ——— лежание 136—137, 167
 ——— молокоотдача 93, 152, 153, 160—161
 ——— мясо 94—96
 ——— немецкий пестрый 166
 ——— обучение 45, 157
 ——— отдых 135
 ——— пастьба 44
 ——— перемещения 169—175
 ——— пинцгауский 138
 ——— питье 45
 ——— пищеварительный тракт 27
 ——— поведение 47, 134—149, 161—162
 ——— подстилка 137—139
 ——— породы 43—44
 ——— потовые железы 32
 ——— потребление корма 159—160, 167—168
 ——— привязное содержание 135, 137
 ——— применение транквилизаторов 207
 ——— психический стресс 81—82
 ——— пульс 41, 155—156, 162, 229—230
 ——— рост, влияние температуры 120
 ——— самокормление 143—145
 ——— симментальский 24, 61
 ——— словацкий пестрый 135—138, 145, 170—175
 ——— соски 35
 ——— социальные взаимоотношения 162—178
 ——— сперматогенез 63
 ——— стельность 41, 89
 ——— стойла 137—138

Крупный рогатый скот, суточный режим 183

— — — температура тела 198

— — — тепловыносливость 23

— — — теплопродукция 101

— — — термонеутральная зона 99—101

— — — терморегуляция 103

— — — удои, влияние температуры 116—119

— — — уши 33

— — — формирование групп 176—178

— — — черно-пестрый 135, 137—138, 145, 170—175

— — — шортгорнский 60, 120, 128

— — — щитовидная железа 115

— — — язык 26

— — — яловость 112

Крысы 47, 73, 74, 82, 127, 204, 208

Куры 64, 100, 157

Лактаза 37

Легкие 30, 98

Лейкоциты 78

Лимфоидная ткань 69, 79

Лимфоциты 77

Линька 23

Логово 136—137, 184—186

Лошади 26, 27, 32, 41, 43, 64, 98, 113, 124, 157

Лучеиспускание 31

Лягушка 14

Магний 95, 116, 118

Массаж вымени 153—154

Матка 86, 89

Меланин 22

Микроклимат 46—47, 214—215

Минералокортикоиды 78, 89, 237

Мозг 15, 16, 39, 54, 59, 87, 98

Моллюски 14, 43

Молоко, выделение 88—89, 91, 150—153

— состав 117—119

Молокоотдача 93, 152—153, 160—161

Молочная железа 41, 86, 91—93, 116, 150—152

— кислота 94—96, 195, 198

— продуктивность 90—94, 116—119, 173—175

Моча 38, 44, 45, 47, 85

Мошонка 125

Мускулатура 16, 30, 37, 39, 40, 50—51, 98, 108

Мутации 49

Мыши 47, 59, 82

Мясо, влияние сезона 198—199

— — стресса 94—96, 195—199

— замораживание 96

— экссудативное 195—197

Наблюдательные вышки 222—223

Наблюдение 218—224

Нагрузки (см. также Стресс)

— изучение 217—239

— климатические 97—132

— пробные 236

Надпочечники, гистология 237

— измерение активности 234—239

— кора 30, 39, 73, 75—79, 82, 84, 86, 91, 108, 116, 202

— мозговое вещество 75—76

— при стрессе 69

Насекомые 51, 54

Натрий 38, 39, 44, 45, 78

Неврозы 81

Нейриты 11

Нейроны 11—13

Нейтральная температурная зона 31, 35

Нервная система 11, 14, 37, 86

Нервные клетки 11—12

— окончания 75

Нервы 14

Номотип 56

Норадреналин 75, 92, 108

Ночное поведение 47

Обоняние 15

Обучение 42—43

Овуляция 62

Овцы, адаптация к жаркому климату 23

— влияние влажности 113, 132

— вымя 216

— губы 26

— жир 25

— испарение 33

— кожа 21

— критическая температура 101

— лидерство 212—213
— машинное доение 215—217
— мериносовые 19
— молочная секреция 151
— нагрузки 209—216
— пастьба 44—45, 210—211
— перегрев 111
— передвижение 210
— плодовитость 64, 128
— поведение 47, 209—213
— половой сезон 127
— помещения 213—215
— понятливость 213
— стадность 212
— стрижка 21, 107, 111
— суягность 129
— температура тела 98
— теплопродукция 101
— термонеутральная зона 99—100, 107
— терморегуляция 106
— фотопериод 116
— шерстная продуктивность 130—142
Овчарни 213—215
Околощитовидные железы 116
Окоченение трупное 94, 95
Окситоцин 86, 89—92, 151—154
Олени 18, 20, 43, 44
Оператор 53
Опероны 52
Опыт 42
Органы движения 19—20
Ослы 113
Осморецепторы 46
Осязание 15
Отдых 135, 173

Панариций 90
Пастьба 44, 210—211
Перемещения и плодовитость 63—64
Перенаселенность 191
Перья 48
Печень 30, 37, 78, 98, 108
Пигментация кожи 22
Пирифер 236
Питье 45
Пищеварительная система 26—28, 39
Плазма 38
Плацента 91—92
Плодовитость, влияние горного климата 64

— — содержания 65
— — стресса 86
— — температуры 124—129
Плотность популяции 82
Плотоядные 26, 28
Поведение, методы изучения 218—224
Погодные факторы 114
Поджелудочная железа 93, 116
Подстилка 137—138, 185
Подшерсток 22—23, 58
Поза 47
Поиски пищи 43—46
Пойкилотермные животные 29
Покровы тела 20—24
Пол для коров 138
Полиморфизм 49
Половой инстинкт 87—89, 125
Половые железы 86
— циклы 91, 127
Поросята 45, 100, 104—105, 112
Потовые железы 19, 24, 31—32
Потребление корма 45—46, 60, 172
Почки 30, 38, 39, 46
Привыкание к холоду 59
Проведение тепла 31
Прогестерон 86, 91
Продолговатый мозг 40—41
Продуктивность и функция надпочечников 238—239
Пролактин (лютеотропный гормон, ЛТГ) 86, 88, 91
Пульс 30, 41, 75, 162, 175—176, 224, 227—231
Пчелы 42

Реакция тревоги 73—79
Резистентность 73, 79
Релаксин 89
Репрессоры 53
Рефлекторная дуга 13
Рецепторы 15, 17, 21, 39, 46, 93
Рибонуклеиновая кислота (РНК) 52—53
Рибосома 53
Ритмы 85, 98—100
Роды 89
Рост, влияние стресса 83—85
— — температуры 119—123
Ротовая полость 25—26
Рубец 30

Самокормление 143—145
 Свертываемость крови 79
 Свет 113, 116, 127
 Свинарники 182—183
 Свиньи, адаптация к холоду 48
 — акклиматизация 56
 — белые венгерские 184
 — беркширские 191
 — бесплодие 64
 — влияние влажности воздуха 112—113
 — — перегрева 110
 — — шума 157
 — возбудитель 203
 — группы 180—181, 187—191
 — дикие 18
 — жир 25, 123
 — испарение 33
 — йоркширские 191
 — каннибализм 191—192
 — конституция 200—202
 — кормление 186—187
 — корнуэльские 182—184
 — критическая температура 101
 — ландрас 182, 200
 — лежание 180, 181
 — логово 184—186
 — мясо 95—96, 123, 183—184, 187, 195—199
 — нагрузки 179—208
 — надпочечники 237
 — нервная система 205
 — обучение 45, 48
 — оптимальная температура 105, 121, 181—182
 — откорм 105
 — перевозка 192—194
 — перегруппировки 189
 — перекармливание 194
 — пищеварительный тракт 27—28, 205—206
 — плотность посадки 190
 — подражание 187
 — поиски корма 45
 — половой цикл 183
 — потребление корма 180—181, 188—189
 — применение транквилизаторов 207
 — прожорливость 204—205
 — пульс 157—201
 — пьетренские 202

— рост, влияние температуры 121—123
 — рыло 26
 — сердечно-сосудистая система 201—202
 — слабость конечностей 203
 — стресс 121—122, 236
 — супоросность 129
 — суточный режим 179—181
 — темворские 22
 — температура кожи 34
 — — тела 98
 — теплопродукция 101
 — термонеутральная зона 99—100
 — терморегуляция 33—34, 47—48, 104
 — тренировка 205
 Селезенка 37, 71, 116
 Семенники 87, 125—126
 Сенсibilизация 89
 Сердечная недостаточность 202
 Сердце 37, 39—41, 98
 Серна 43
 Синапсы 13
 Систола 40, 201
 Сквозняки 182
 Скелет 84
 Слепая кишка 28
 Слон 21
 Собаки 27, 41, 43, 56, 113, 212—213
 Солнечное излучение 24, 113
 Соматомоторная система 74
 Соматотропин (соматотропный гормон, СТГ, гормон роста) 77, 78, 83—85, 91, 202—204
 Социальный ранг 149, 165—168
 Сперматогенез 62, 124—127
 Среда, внешняя и внутренняя 11
 Стойла для коров 137—138
 Стресс, влияние на качество мяса 94—96, 195—199
 — — на плодовитость 86—88
 — — на рост 83—85
 — горный 62
 — значение 70
 — климатический 97—132
 — механизм 74—80
 — от холода 100, 103—110
 — популяционный 82
 — продолжительность 196—198
 — психический 65, 81, 149, 193

— реакции организма 102
— симптомы 69
— социальный 52
— тепловой 100, 110
— транспортный 65
— фазы 72—74
— формы 66
Стрессовые ситуации 70
Стрессоры 66

Тапир 21
Телеметрия 224—228
Телята 47, 90, 100, 119
Температура, влияние на рост 119—123
— критическая 101, 103
— среды 97—112
— тела 60, 83, 97—99
Тепловой градиент 98
— центр 35, 47
Теплоизоляция 109
Теплоотдача 18, 19, 31, 101
Теплопродукция 30, 101
Термонеутральная зона 99—103
Терморегуляция 18—19, 29—36, 46—48, 108
Терморецепторы 93
Тест Торна 237—239
Тестостерон 87
Течка 86, 88
Тимус 69, 73, 78, 82
Тиреотропин (тиреотропный гормон, ТТГ) 76, 85, 91
Тироксин 76, 84, 85, 115—116, 124
Травоядные 26
Транквилизаторы 96, 206—208
Транспортировка 64—65
Трихофития 90
Тюлень 18

Углекислый газ 123
Ультрафиолетовые лучи 15, 22, 113
Уши 19

Фенотип 55
Ферментативная индукция 54
Ферменты 36—37, 53—54, 92, 94, 154
Фолликулы 86

Форма тела 18—19
Фототехника 223
Функциональный резерв на-
следственности 54

Хвост 19
Хеморецепторы 93
Хлор 79

Цвет шерсти 23
Центр приема корма 46
— сытости 46
— терморегуляции 46
Цыплята 100

Человек 14, 31, 34, 64, 204

Шагомер 223
Шерстная продуктивность 130—132
Шерсть 10, 22—23, 48, 58—60
Шум 156—162

Щелевой пол 190
Щитовидная железа 10, 30, 76, 85, 91, 93, 108, 115—116, 183, 184,
Щука 14

Экскременты 38, 44
Экстероэффекторы 16
Электроэнцефалография 234—235
Эмбриональная смертность 62, 90
Эмбриональное развитие 129
Эндокринные железы 11, 16—17
Эндокринная система 74
Эозинофилы 238
Эпигенез 55
Эритроциты 10, 61
Эстрогены 86, 89, 91
Этограмма 219—221
Эффекторы 16

Ягнята 107
Язык 26
Яичники 91
Яйценоскость 157
Яловость 112

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие к русскому изданию	3
Предисловие к словацкому изданию	7
Адаптация	8
Координация адаптационных процессов	9
Нервная система	10
Гормональная система	15
Морфологическая и анатомическая адаптация	17
Величина и форма тела	17
Органы движения	18
Покровы тела	19
Запасной жир	24
Прием корма и пищеварительный аппарат	24
Физиологическая адаптация	27
Терморегуляция	28
Способы терморегуляции	28
Теплопродукция	29
Отведение тепла	30
Кровоснабжение кожи как фактор терморегуляции	32
Центральный контроль терморегуляции	34
Адаптация к условиям питания	35
Водный баланс	37
Сердце и кровообращение	38
Адаптация поведения животных	40
Защита от врагов	42
Поиски корма и воды	42
Регуляция приема корма и воды	44
Поведение животных с целью регуляции температуры	45
Генетическая адаптация	47
Генетический гомеостаз популяции	47
Генетический механизм адаптации	48
Акклиматизация	54
Акклиматизация в условиях низких температур	57
Акклиматизация в условиях высоких температур	58
Акклиматизация в высокогорных районах	59
Акклиматизация и плодовитость	61
Стресс	66
Изменения, сопровождающие стресс	68
Факторы, вызывающие стресс	69
Значение стресса в животноводстве	70
Адаптационный синдром	71
Фазы стрессовой реакции	72
Механизм стресса	74

Реакция тревоги	74
Кортикоиды	78
Фаза повышенной резистентности	79
Стадия истощения	80
Локальный (местный) адаптационный синдром	81
Психический стресс	81
Нарушения биологического ритма	83
Влияние стресса на рост	83
Влияние стресса на плодовитость	86
Влияние стресса на молочную продуктивность	90
Влияние стресса на качество мяса	94
Климатические нагрузки	97
Температура	97
Температура тела	97
Термонейтральная зона	99
Стресс от холода	103
Защитная реакция организма при стрессе, вызванном низкой температурой	107
Стресс от высокой температуры	110
Относительная влажность	112
Свет	113
Осадки и ветер	114
Влияние комплексных погодных факторов	114
Действие климатических факторов на продуктивность сельскохозяйственных животных	115
Молочная продуктивность	116
Рост	119
Размножение	124
Плодовитость мужских особей	124
Плодовитость женских особей	127
Шерстная продуктивность	130
Нагрузки, вызываемые технологическими условиями содержания крупного рогатого скота	133
Поведение крупного рогатого скота в различных условиях содержания	134
Отдых животных в условиях беспривязного и привязного содержания	135
Качество логова	136
Длина стойла и вид подстилки	137
Боксовое содержание	139
Техническое решение боксов	140
Выбор боксов	141
Технология кормления	142
Самокормление	143
Дозированное кормление	145
Сокращенный фронт кормления	146
Продолжительность приема корма	147
Организация кормления	148
Влияние условий доения	150
Выделение молока	153
Доение	154
Додаивание	154

Проблемы высшей нервной деятельности коров	155
Шум	156
Источники шума	157
Влияние шума на дойных коров	159
Социальные взаимоотношения животных в группе	162
Факторы, влияющие на социальное ранжирование группы	165
Значение социального ранга для животных	167
Введение новой особи в группу	169
Социальное поведение перемещенной особи и остальных членов группы	169
Стабилизация социальных отношений в группе	176
Формирование групп и их величина	176

Нагрузки, вызываемые технологическими условиями содержания свиней : : 179

Поведение свиней в разных условиях содержания	179
Суточный режим откормочных свиней	179
Температура в помещениях	181
Вентиляция	182
Освещение объектов	183
Качество логова	184
Технология кормления	186
Формирование групп	187
Величина групп и прирост массы	189
Плотность посадки в станках	190
Каннибализм	191
Перевозка свиней на бойню	192
Погрузка свиней	192
Транспортные средства	192
Психическая нагрузка	193
Перекармливание животных перед перевозкой	194
Влияние стрессов на качество мяса	195
Экссудативное мясо	195
Продолжительность стресса и качество мяса	196
Влияние климатических факторов на качество мяса	198
Конституциональные особенности свиней	199
Сердечно-сосудистая система	201
Система передняя доля гипофиза — надпочечники	202
Психическая лабильность	203
Слабость конечностей и деформация костей	203
Прожорливость	204
Недостаток упражнений	205
Использование данных о реакции организма на стрессоры в практике животноводства	206

Нагрузки, вызываемые технологическими условиями содержания овец 209

Поведение овец в различных условиях содержания	209
Пастьба	210
Социальные отношения	212
Социальное ранжирование	212
Лидерство в стаде	212
Понятливость	213
Помещения для содержания овец	213

Микроклимат в овчарне	214
Машинное доение	215
Реакция овец на машинное доение	216
Состояние вымени и его пригодность для машинного доения	216
Методы изучения влияния нагрузок	217
Методы этологических исследований	218
Изучение изменений физиологических показателей	224
Телеметрические методы	224
Способы телеметрической передачи	225
Электрические свойства живой материи	226
Снятие физиологических показателей	226
Применение телеметрии для регистрации пульса	227
Размещение и прикрепление электродов	229
Телеметрическая регистрация частоты дыхания	231
Электроэнцефалография	234
Изучение активности коры надпочечников	235
Пробная нагрузка	236
Взвешивание надпочечников	236
Гистология надпочечников	237
Обнаружение кортикоидов	237
Тест Торна	237
Список литературы	240
Краткий словарь терминов	258
Предметный указатель	261

Мария Ковальчикова, Корнел Ковальчик

**АДАПТАЦИЯ И СТРЕСС ПРИ СОДЕРЖАНИИ
И РАЗВЕДЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ЖИВОТНЫХ**

Редактор А. В. Истомина

Художник Р. И. Вейлерт

Художественный редактор Н. М. Коровина

Технические редакторы В. А. Зорина,

Н. А. Никонова

Корректор В. Л. Непомнящая

ИБ № 1673

Сдано в набор 31.01.78. Подписано к печати 27.06.78. Формат 84×108¹/₃₂. Бумага тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл.-печ. л. 14,28. Уч.-изд. л. 14,91. Изд. № 232. Тираж 10 000 экз. Заказ № 1852. Цена 1 руб. 20 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Колос», 103716, ГСП, Москва, К-31, ул. Дзержинского, д. 1/19.

Областная типография управления издательств, полиграфии и книжной торговли Ивановского облисполкома, г. Иваново-8, ул. Типографская, 6.

Овальчик

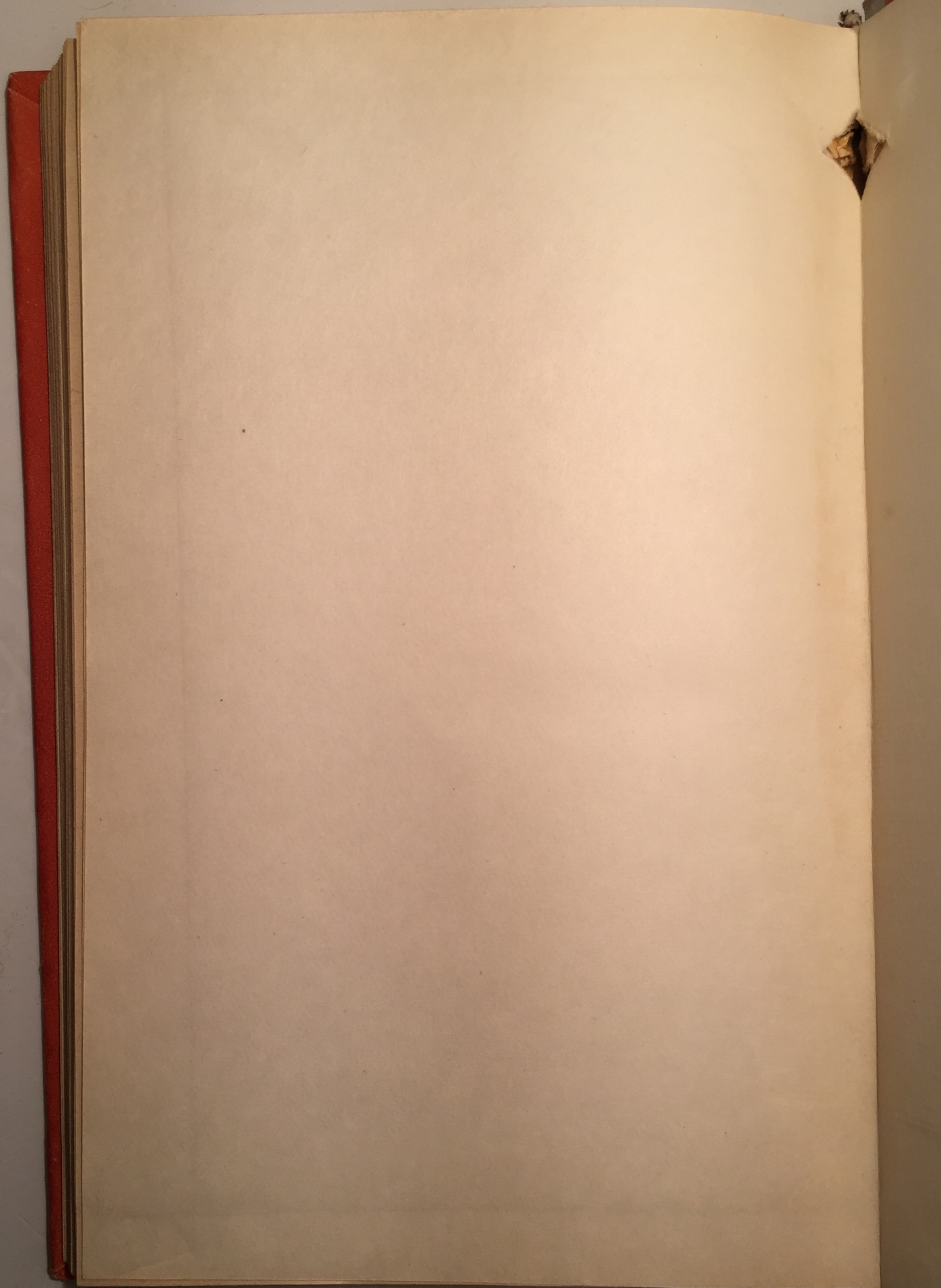
ДЕРЖАНИИ
ИСТВЕННЫХ

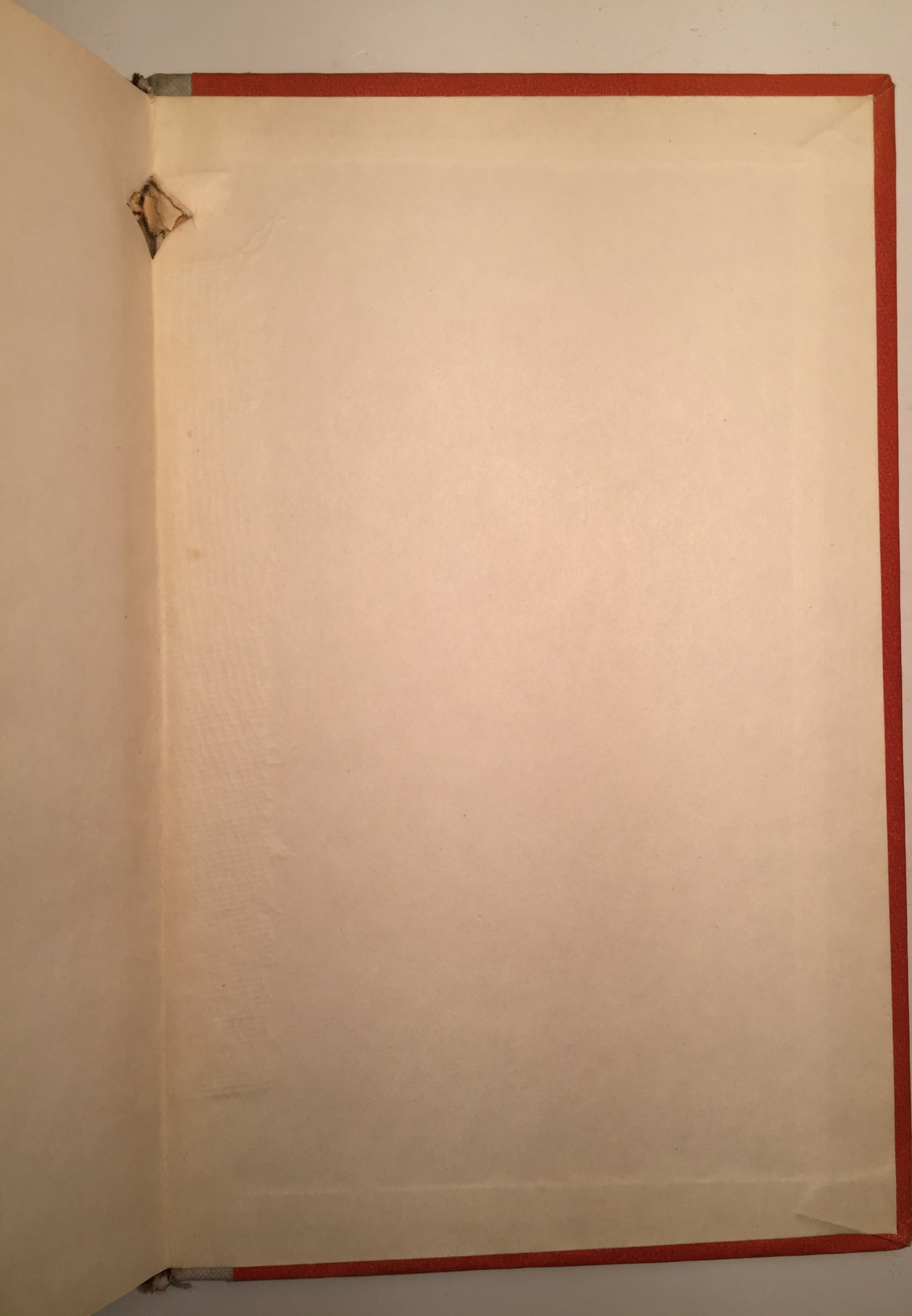
ровина
на,

к печати
тип. № 2.
окая. Усл.-
232. Тираж
коп.

дательство
ул. Дзер-

дательств,
зановского
афская, 6.





20

15-10-10 1 р. 20 к.



М. Ковалычкова
И. Ковалыч

Адаптация и стресс